www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

6e JAARGANG No. 11, blz. 321-352 NOVEMBER 1941

Philips Technisch Tijdschrift

BEHANDELENDE TECHNISCHE VRAAGSTUKKEN
SAMENHANGENDE MET DE PRODUCTEN, WERKWIJZEN EN ONDERZOEKINGEN
VAN DE N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

REDACTIE: HET NATUURKUNDIG LABORATORIUM DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN

TECHNOLOGISCHE PROBLEMEN BIJ DE CONSTRUCTIE VAN RADIOBUIZEN

door Th. P. TROMP. 621.385

In dit artikel worden eenige momenten uit de ontwikkelingsgeschiedenis der radiobuizen besproken, in het bijzonder wat den uitvoeringsvorm daarvan betreft. Aangetoond wordt, hoe het technologische vraagstuk, of voor het omhulsel van een radiobuis „glas" of „metaal" de meest geschikte werkstof is, aanleiding gaf om de constructie in haar geheel te herzien. Het resultaat is, dat tegenwoordig radiobuizen zoowel uit glas als uit metaal kunnen worden vervaardigd, die alle in de gebruikelijke apparaten voor het omroepgebied optredende eischen bevredigen. Tenslotte worden de Philips „Sleutel"-buizen in glazen en in metalen uitvoering besproken. Geconcludeerd wordt, dat het verschil in eigenschappen voor het omroepgebied zoo gering is, dat geen van de twee uitvoeringsvormen een principieele voorkeur verdient. In het gebied der metergolven en daar beneden vertoonen echter de geheel glazen buizen met afnemende golflengten steeds grootere voordeelen.

Inleiding

De ontwikkeling, welke in de uitvoeringsvormen van elk technisch product, zij het een electromotor, een gloeilamp of een versterkerbuis, te constateeren valt, wordt in het algemeen geleid door tweeërlei gezichtspunten: ten eerste het steeds toenemende inzicht in de physische wetten, welke de functie van een product bepalen, ten tweede de problemen en mogelijkheden van de fabricage. Algemeen kan men zeggen, dat voor producten, welke slechts in kleine hoeveelheden worden vervaardigd, het eerste gezichtspunt het belangrijkste is, terwijl bij de massafabricage ook het tweede gezichtspunt in belangrijke mate op den voorgrond treedt.

Daarnaast hangt de vraag, welke der beide bovengenoemde factoren de technische ontwikkeling bepalen, ook nog af van den aard van het product. Beschouwt men bijv. een radiobuis, dan kan men van het electrodensysteem wel zeggen, dat zijn technische ontwikkeling werd geleid door een steeds toenemend inzicht in de physische verschijnselen, welke zijn functie bepalen. Geheel anders staat het echter met den uitwendigen vorm van de radiobuis. Wat de functie van de buis betreft, heeft het omhulsel slechts tot taak om, afgezien van de contactgeving in den buishouder, tusschen de electroden een luchtledige ruimte te onderhouden. Hiervan uitgaande zou men voor den uitwendigen vorm spoedig komen tot dien van een vat, dat het electrodensysteem zoo nauw mogelijk omsluit en waardoorheen ten opzichte van elkaar geïsoleerde toevoerleidingen zijn gevoerd. Deze toevoerleidingen zou men liefst kiezen in den vorm van korte, rechte draden, die sterk genoeg zijn om als contactpennen te worden gebruikt en die ver genoeg van elkaar zijn verwijderd om geen aanleiding te geven tot ongewenschte koppelingen.

In dit artikel willen wij enkele grepen doen uit de ontwikkelingsgeschiedenis van radiobuizen, welke tenslotte inderdaad tot constructies van het genoemde eenvoudige karakter heeft geleid [1]). Dat dit pas na tientallen jaren het geval was, is niet te wijten aan een gebrek aan inzicht, maar alleen aan de moeilijkheden, welke optreden bij de fabricage van een vacuumdicht omhulsel met toevoerdraden.

Historisch overzicht

Het zou te ver voeren om in het bestek van dit artikel op alle hierbij optredende problemen in te gaan. Slechts willen wij vermelden, dat de vervaardiging van een luchtledigen ballon met toevoerdraden reeds vroeger bij de gloeilampenfabricage een vrijwel volmaakte oplossing heeft gevonden in de zg. „kneep", zoodat het voor de hand

[1]) Zie Philips techn. T. 4, 170, 1939.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

lag om ook voor radiobuizen dit constructie-principe toe te passen. De buizen met deze kneepconstructie bestaan geheel uit glas en zijn voorzien van een huls met ingeperste contactpennen. In deze pennen moeten de doorvoerdraden worden gesoldeerd.

Hoewel deze constructie geenszins beantwoordde aan den hierboven gestelden eisch van zoo klein mogelijke afmetingen, en hoewel het gebruik van een huls met pennen, waaraan toevoerdraden gesoldeerd moesten worden, een ongewenschte complicatie beteekende, kon deze constructie zich handhaven, tot het gebruik van nieuwe grondstoffen voor het omhulsel een algeheele verandering van den uitvoeringsvorm met zich meebracht.

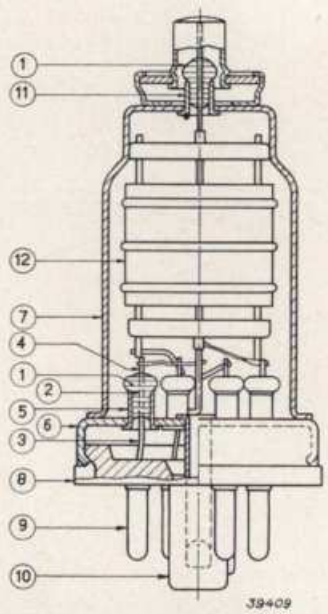

Fig. 1. Radiobuis met metalen ballon, welke in 1935 in Amerika op de markt werd gebracht.
1 Glazen parel,
2 Molybdeen-doorvoerdraad,
3 Nikkelen of koperen aansluitdraad,
4 Nikkel-pool,
5 „Fernico" schoenoogje,
6 Metalen grondplaat,
7 Metalen ballon,
8 Bakelieten „huls",
9 Holle contactpen,
10 Bakelieten zoeknok,
11 Schoenoog van bovendoorvoer,
12 Electrodensysteem.

In 1935 verschenen nl. in Amerika metalen radiobuizen op de markt (G. E. C. en R. C. A.) [2]). Betrekkelijk spoedig hierop volgde ook het verschijnen van de metalen buizen in bepaalde landen in Europa, zij het in beperkten omvang. Ook Philips heeft voor Europeesche en overzeesche markten een groot aantal van dergelijke buizen gefabriceerd.

De eerste metalen constructie bestond uit een vrij gecompliceerd samenstel, waarvan *fig. 1* een dwarsdoorsnede laat zien. In het kort komt het hierop neer, dat het „stel" van deze buis bestaat uit een metalen grondplaat met opstaanden rand. In deze grondplaat zijn een aantal gaten geponst en in deze gaten worden de zoogenaamde „schoenoogjes" van „Fernico" gelascht. „Fernico" is een ijzer-nikkel-cobalt-legeering, welke zich goed aan hard glas met een lagen uitzettingscoëfficient [3]) — ca $50 \cdot 10^{-7}$/°C — laat aansmelten. Na het lasschen worden deze oogjes nog met koper nagesoldeerd, om een absoluut betrouwbare vacuumdichte verbinding te krijgen. In het midden van de grondplaat is eveneens een gat geponst, waarin een metalen pompstengel met een klein flensje wordt gelascht, teneinde later hierdoor de buis te kunnen evacueeren.

In de „Fernico"-schoenoogjes (uitzettingscoëfficient 48 à $50 \cdot 10^{-7}$/°C) worden toevoerdraden gesmolten met behulp van het bovengenoemde harde glas met lagen uitzettingscoëfficient. Deze toevoerdraden bestaan uit drie deelen: een inwendige nikkelen steunpool voor de bevestiging der electroden van het systeem, een kort stukje molybdeen-draad voor den vacuumdichten doorvoer en een nikkelen of koperen draad voor de verbinding met de pennen van de „huls", welke in dit geval is uitgevoerd als een plaatje van bakeliet met daarin vastgezette pennen. Een „huls" is hierbij dus niet overbodig en evenmin het soldeeren van de toevoerdraden in de pennen. Ook in electrisch opzicht is dit een nadeel, bijv. wat betreft de bij hooge frequenties optredende verliezen en de frequentie-variatie bij het opwarmen.

Na het insmelten van de doorvoerdraden volgt nog een reeks van bewerkingen, alvorens het electrodensysteem kan worden opgelascht en eerst dan kan de ijzeren ballon door middel van een zeer zwaar projectie-laschapparaat [4]) vacuumdicht op de grondplaat worden gelascht. Hierna is de buis gereed om gepompt te worden.

Opgemerkt moge hierbij nog worden, dat de bescherming van den pompstengel, die na het pompen en ontgassen wordt dichtgeknepen, dichtgelascht en afgesneden, geschiedt door een zooge-

[2]) Wij zien hier af van constructies, waarbij het omhulsel niet alleen als ballon dient, maar tevens deel uitmaakt van het electrodensysteem. Dergelijke constructies vindt men reeds sinds langen tijd bij zendbuizen van groot vermogen, waarbij de anode als een gedeelte van den ballon wordt uitgevoerd om beter te kunnen worden gekoeld. Ook bij ontvangbuizen werd in Engeland een dergelijke constructie, de zg. Catkin-buis, ontworpen. Deze werd echter niet op groote schaal gefabriceerd en is na eenigen tijd weer van de markt verdwenen.

[3]) Waar in dit artikel over uitzettingscoëfficienten van glas wordt gesproken, heeft dit betrekking op gemiddelde waarden, welke zijn gemeten in het temperatuurgebied tusschen 20 en 320 °C.

[4]) Een projectie-laschapparaat is een weerstandslaschapparaat, waarbij door één laschstoot van zeer korten duur de op elkaar te lasschen onderdeelen op een nauwkeurig gedefinieerd oppervlak aan elkaar worden verbonden.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

naamde centrale zoeknok, welke tevens de centreering in den juisten stand van de buis in den buishouder bewerkstelligt.

Een variant op deze uitvoering, waarvan men hoopte, dat zij minder kostbaar zou zijn dan de boven omschreven constructie, bestaat daarin, dat men de metalen grondplaat vervangt door een glazen schijfje, waardoor dunne manteldraden (nikkelijzeren kern met koperen mantel) zijn gesmolten. Dit glazen schijfje wordt in een chroomijzeren ring gesmolten, welke op haar beurt weer wordt vastgelascht in een ijzeren ring. Deze ijzeren ring krijgt nu dezelfde functie als de rand van de grondplaat van de eerst beschreven constructie, nl. om hierop uiteindelijk den ijzeren ballon vast te lasschen. Bij deze constructie wordt geen ijzeren doch een glazen pompstengel toegepast; zie *fig. 2*.

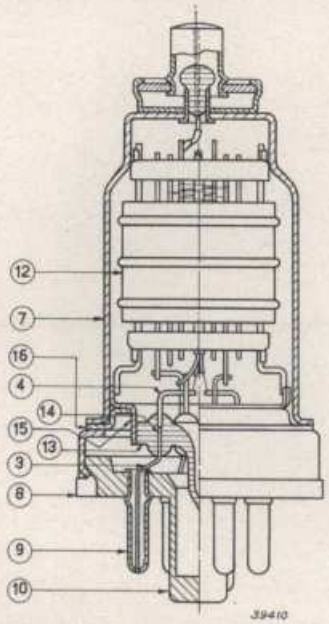

Fig. 2. Radiobuis met metalen ballon, waarbij de metalen bodemplaat door een glazen bodemplaat is vervangen. Voor de beteekenis van de cijfers zie het onderschrift van fig. 1. Verder:
13 Glazen bodemplaat,
14 Doorvoer van manteldraad,
15 Chroomijzeren ring,
16 IJzeren ring.

Oorspronkelijk vond bij deze buizen de stuurroosterdoorvoer afzonderlijk aan de bovenzijde van den ballon plaats, zooals in de afbeeldingen is voorgesteld.

Deze buizen waren aanzienlijk kleiner dan de vóór dien tijd gefabriceerde glazen buizen met kneepconstructie en bezaten door den metalen ballon automatisch een goede afscherming van het binnenwerk tegen uitwendige velden.

Inmiddels verscheen op de Europeesche markt een nieuwe vorm van metalen buis (welke door de firma Telefunken was uitgewerkt), waarbij men rekening had gehouden met de ervaringen, opgedaan met de Amerikaansche constructie, aangevuld met enkele nieuwe ideeën (zie *fig. 3*). Het

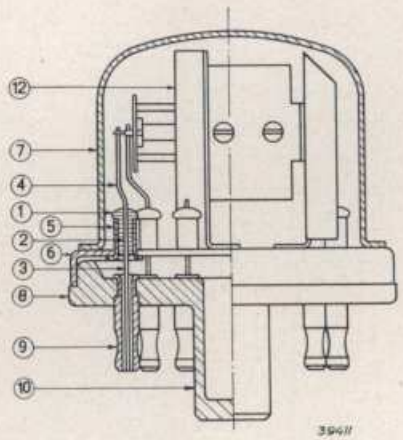

Fig. 3. Europeesche uitvoering van de radiobuis met metalen ballon. Het electrodensysteem is horizontaal gemonteerd. Voor de beteekenis van de cijfers zie het onderschrift van fig. 1.

principe van de metalen grondplaat met de „Fernico"-schoenoogjes en de geïsoleerde molybdeendoorvoeren door hard glas, werd hier niet verlaten; eveneens moet onder deze metalen buis een „huls" in den vorm van een platte plaat met ingefelste contactpennen worden gemonteerd. Het afwijkende ten opzichte van de Amerikaansche constructie volgens fig. 1 is, dat een horizontale bouw van het systeem wordt toegepast, waardoor een stevige bevestiging van het systeem op de grondplaat wordt verkregen, echter met de daarmede gepaard gaande (niet onaanzienlijke) vergrooting van den diameter. Een voordeel hierbij is, dat alle electroden op logische wijze aan één zijde, nl. aan de onderzijde, kunnen worden uitgevoerd, zonder dat daardoor de rooster-anode-capaciteit wordt vergroot [5]). Deze capaciteit speelt bij een reeks van buizen een groote rol, aangezien hierdoor een ongewenschte koppeling van anode en roosterkring optreedt. In den modernen apparatenbouw wordt geëischt, dat de waarde van deze capaciteit het uiterst geringe bedrag van 0,002 $\mu\mu$F niet overschrijdt; een eisch, welke bij den nieuwen vorm van de metalen buis zonder meer kan worden aangehouden.

Technologisch voldoet deze constructie in alle opzichten, echter heeft ze ook verschillende nadeelen, bijv. den tamelijk grooten diameter en het feit,

[5]) Later heeft men ook in Amerika bij de in fig. 1 en 2 weergegeven constructies deze enkelzijdige uitvoering toegepast, door den roosteruitvoer van boven naar onderen te verplaatsen en een extra afscherming aan te brengen, teneinde te vermijden, dat de anode-rooster-capaciteit ontoelaatbaar groot zou worden. Toch is deze capaciteit veel grooter dan die van de beschreven Europeesche metalen buisconstructie.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

dat eindbuizen en gelijkrichterbuizen van het voor den omroep gebruikelijke vermogen door de beperkte lengte van de kathode (tengevolge van den horizontalen bouw) niet volgens deze constructie kunnen worden gemaakt. Men zou voor deze typen gedwongen zijn de systemen toch verticaal te monteeren. Vandaar dan ook, dat deze metaalserie in hoofdzaak bestaat uit: hoogfrequent-, meng-, middenfrequent-, detector- en laagfrequent-versterkerbuizen, terwijl eindbuizen en gelijkrichters, bij deze serie behoorend, volgens de oude bekende kneeptechniek worden gefabriceerd, doch met dezelfde huls als de metalen buizen.

De geheel glazen „Sleutel"-buizen

Inmiddels werd door Philips gewerkt aan een verbetering van de constructie van de geheel glazen buis. De eischen, waarvan hierbij werd uitgegaan, zijn in het kort de volgende:

Kleine afmetingen
Goede afscherming
Reproduceerbaarheid in de fabricage
Goed contact en stevige bevestiging in den buishouder
Gering materiaalverbruik en bij voorkeur toepassing van materialen, welke gemakkelijk te verkrijgen zijn.

Om de fabricage te vereenvoudigen is het verder gewenscht, dat de buis geen huls bezit maar massieve doorvoeren, welke tevens als contactpennen dienen.

Het resultaat was de in het aangehaalde artikel [1]) beschreven moderne glazen buisconstructie, welke vooral gekenmerkt is door het gebruik van geperst glas en dikke chroomijzeren doorvoerpennen, die het mogelijk maken, om de in velerlei opzichten zoo ongewenschte „huls" te doen vervallen. In verband met den vorm en de functie van de zoeknok duiden wij deze buizen aan als „Sleutel"-buizen (zie *fig. 4*).

De uitvoering, waarin oorspronkelijk een reeks van speciale buizen (in het bijzonder voor televisie en andere speciale toepassingen) werden uitgebracht, had nog een tamelijk grooten diameter (ballon ca 30 mm; grootste diameter ca 34 mm), doch deze buizen beteekenden reeds een aanzienlijke ruimtebesparing op het chassis-oppervlak van het apparaat ten opzichte van de metalen buizen met een diameter van 43 mm.

Uit deze constructie met 9 pennen ontwikkelde zich de moderne glazen sleutelbuis met 8 pennen, een ballon-diameter van ca $27^1/_2$ mm en een grootsten diameter van ca $31^1/_2$ mm. De centrale zoeknok is bij deze buizen van metaal en dient niet alleen als centreerend en „zoekend" orgaan bij het inzetten van de buis in den buishouder, doch tevens als afscherming tusschen anode- en stuurroosterpen. Deze zoeknok is zoodanig ingericht, dat de buis inklikt in den houder, hetgeen een groot voordeel is voor den apparatenbouwer, indien hij zijn apparaten compleet met buizen wenscht te transporteeren; een eisch, welke momenteel algemeen wordt gesteld.

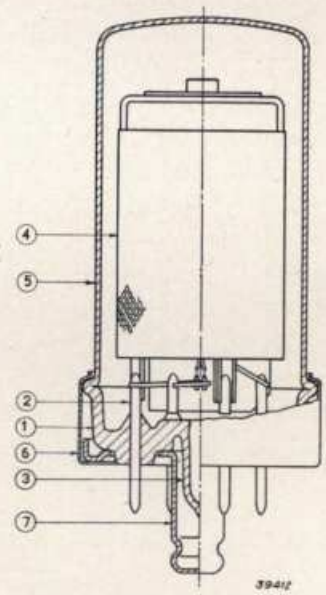

Fig. 4. Doorsnede van een glazen Philips-sleutelbuis. De ingesmolten stiften maken rechtstreeks contact in den buishouder; de bij de vroegere buisconstructies aanwezige huls is vervallen.
1 Persglazen voetje,
2 Chroomijzeren pen,
3 Glazen pompstengel,
4 Electrodensysteem,
5 Glazen ballon,
6 Bevestigingsring,
7 Metalen zoeknok.

Ook deze constructie maakt het mogelijk een rooster-anode-capaciteit te verkrijgen, welke kleiner is dan 0,002 $\mu\mu$F, ondanks den verticalen opbouw, den kleinen diameter en den enkelzijdigen uitvoer der electroden. Het streven naar steeds kleinere buizen in verband met de eischen van den apparatenbouwer is door deze constructie ten volle bevredigd. De ontwikkeling van den Philips-dwergontvanger, type 203 U, die, hoewel voorzien van vier buizen, toch slechts 5 dm^3 inhoud heeft, werd slechts hierdoor mogelijk.

Eigenschappen van glazen en metalen buizen

Op de voordeelen van de geheel glazen buizen ten opzichte van de kneepbuizen is in het genoemde artikel [1]) reeds uitvoerig ingegaan en het zijn juist deze eigenschappen, welke hen bij uitstek geschikt maken voor het ultrakorte-golf-gebied. Hoe korter de golflengte, hoe belangrijker de voordeelen worden. In het televisiegebied (enkele meters golflengte) zijn ze reeds van beteekenis, bij nog kortere golflengten (decimeter-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

golven) kunnen zij zelfs van zoodanige waarde worden, dat een kneepconstructie volkomen haar recht van bestaan verliest.

Wij willen nu enkele eigenschappen van de glazen sleutelbuizen met die van metalen buizen vergelijken.

Bij het opwarmen van de buizen in een apparaat veroorzaken de capaciteitsvariaties, welke door de verandering in het diëlectricum en in de ruimteladingen optreden, een verloopen van de frequentie van het apparaat, waarop vroeger reeds werd gewezen. Deze frequentievariatie kan bij de omroepgolflengten reeds eenigszins storend zijn, doch wordt met het korter worden van de golflengten van steeds meer belang. Werd met de glazen sleutelbuizen een vermindering van de frequentievariatie van ca 2 maal verkregen (bij 15 m golflengte) ten opzichte van de kneepconstructie, met de metalen buizen wordt dit voordeel weer te niet gedaan.

Een tweede nadeel van de metalen buizen is, dat bij de beschreven constructie de doorvoer ter plaatse van het schoenoogje een tamelijk groote geconcentreerde capaciteit met zich meebrengt, waardoor bij golflengten beneden 1 m een merkbare achteruitgang der met deze buizen te bereiken resultaten optreedt, welke beneden ca 50 cm zelfs hun gebruik uitsluit.

Een derde punt van verschil betreft de ingangs- en uitgangsdemping. Deze is bij de glazen sleutelbuizen lager dan bij de metalen constructie, daar de diëlectrische verliezen van de capaciteiten tusschen de doorvoerdraden en het metalen omhulsel een extra bijdrage tot deze demping leveren. Hierdoor kan met glazen buizen bij golflengten in het metergebied een grootere versterking worden bereikt.

Zooals wij zien, betreffen al deze verschilpunten de korte-golf-eigenschappen. Bij de gebruikelijke omroepontvangers spelen ze daarentegen geen rol van beteekenis.

De metalen buis heeft uit den aard der zaak het reeds vermelde voordeel van een betere afscherming tegen uitwendige velden. Bij de glazen buis moet deze afscherming verkregen worden door het inbouwen (althans voor die typen, waar dit noodig is) van een zoogenaamde „kooi" uit metaalgaas, welke het geheele systeem omsluit — een middel, dat overigens aan alle eischen voldoet.

Een ander belangrijk punt, dat zoowel bij de glazen als bij de metalen constructie van belang is, is dat van de hoogfrequent-verliezen der doorvoeren in het ultra-korte-golfgebied. De gelijkstroomweerstand van de massieve pen is hierbij slechts van ondergeschikt belang, want de hoogfrequent-weerstand is in hoofdzaak afhankelijk van den toestand van de oppervlaktelaag. Bij een bepaalde dimensionneering van den doorvoer werden, bij een golflengte van 90 cm, de volgende waarden gemeten:

zilverdraad	0,1	Ω/cm
koperdraad	0,144	„
gealumineerd ijzer	0,2	„
molybdeen	0,23	„
wolfraam	0,26	„
Een klasse slechter zijn:		
nikkel	1,2	„
ijzer	3,6	„
„Fernico"	5,16	„
chroomijzer	6,04	„

Hieruit volgt, dat men, indien men de pennen uit de laatstgenoemde materialen een oppervlakte-behandeling doet ondergaan (verkoperen of verzilveren), een aanzienlijken vooruitgang kan bereiken. Zoo gaf bijv. bij een bepaalden doorvoer het dun verzilveren van den chroomijzerdraad voor $\lambda = 1{,}0$ m een verbetering van de hoogfrequent-weerstand van 1,1 Ω/cm tot 0,13 Ω/cm, terwijl bij een anderen doorvoer een verbetering van 1 Ω/cm tot 0,17 Ω/cm werd verkregen door den draad te verkoperen.

Een metalen sleutelbuis

Uit bovenstaande beschouwingen volgt, dat het in principe mogelijk moet zijn om voor het omroepgebied een metalen constructie te maken, welke aan de in de inleiding genoemde eischen voldoet en als practisch gelijkwaardig met de beschreven glazen sleutelbuis-constructie kan worden beschouwd. Op deze wijze kan men zich meer onafhankelijk maken van toevallig ter beschikking staande grondstoffen, fabrieks-outillage enz. De oplossing van dit probleem is verwezenlijkt in de in *fig.* 5 weergegeven buisconstructie. Uitwendig is deze buis identiek aan de beschreven geheel glazen sleutelbuis, zij

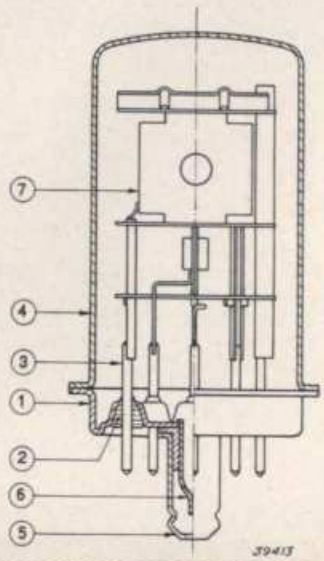

Fig. 5. Doorsnede van een metalen sleutelbuis. De uitwendige afmetingen, de rangschikking van de stiften en de constructie van het electrodensysteem zijn precies dezelfde als bij de glazen sleutelbuizen.
1 Metalen grondplaat, *2* Glazen parel, *3* IJzeren doorvoerpen, *4* Metalen ballon, *5* Metalen zoeknok, *6* Metalen pompstengel, *7* Systeem.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

bezit ook denzelfden pennenstand en dezelfde zoeknok, gelijke afmetingen, dezelfde systemen kunnen in deze buis worden ingebouwd; kortom een constructie, waarbij het mogelijk is replica te maken van reeds bestaande typen. De onderdeelen van deze constructie zijn samengesteld in *fig. 6*. Uit den aard der zaak zullen de capaciteiten tusschen de electroden (bijv. ingangs- en uitgangscapaciteit) wel iets afwijken van die van een gelijk type in een geheel glazen constructie, doch deze verschillen zijn zoo gering, dat zij zonder meer door eenvoudig bijstellen in de apparaten te overbruggen zijn. In vele gevallen zal zelfs verwisseling in reeds bestaande apparaten zonder meer mogelijk zijn.

De nieuwe metalen buis bestaat in principe weer uit een grondplaat (zie fig. 5 en 6), waarin kleine kamertjes ter plaatse van de vacuumdichte doorvoeren zijn uitgespaard, terwijl in het midden een uitsparing is opengelaten, ter bevestiging van den pompstengel. Het voordeel van deze constructie ten opzichte van die volgens fig. 3 is, dat door den soliden verticalen opbouw, waarbij (evenals bij de geheel glazen buizen) eenige U-vormige steunen voor de noodzakelijke mechanische stevigheid zorgen, men practisch niet beperkt is in de keuze van de lengte der kathode. Ook eindbuizen, gelijkrichterbuizen, speciale combinatiebuizen enz. kunnen dus in deze constructie worden gemaakt.

De ijzeren grondplaat ondergaat eenige speciale behandelingen, alvorens zij door „insmelten" bij een temperatuur van ca 950 °C van 8 doorvoer-

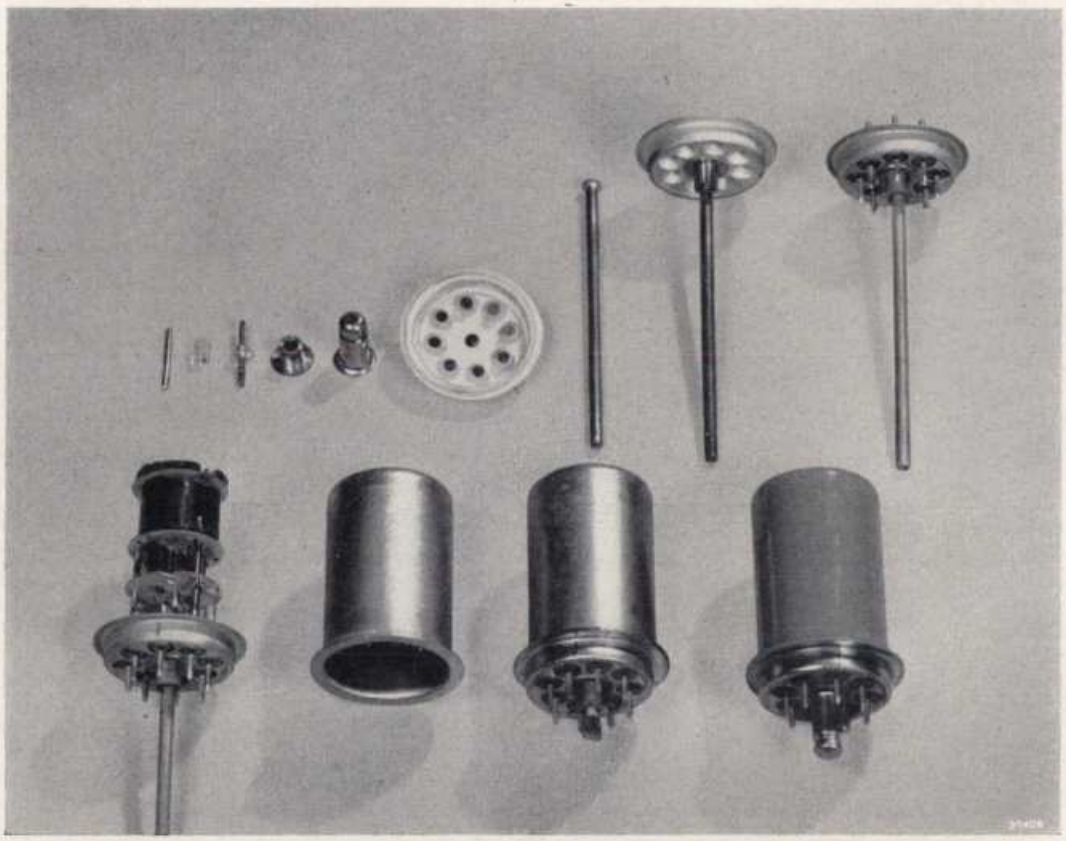

Fig. 6. De onderdeelen van de metalen sleutelbuis in verschillende stadia van bewerking. Op de bovenste rij achtereenvolgens van links naar rechts: een der 8 doorvoerpennen; het glazen buisje voor de parel; de pen met opgesmolten parel; het „hoedje", waarop later de zoeknok wordt gelascht; de zoeknok; de metalen grondplaat met de „kamertjes"; de metalen pompstengel; de samenstelling van grondplaat, pompstengel en hoedje, en de complete grondplaat met de ingesmolten pennen. Op de onderste rij: het electrodensysteem, op de pennen gemonteerd; de metalen ballon; de gepompte buis en tenslotte de geheel afgewerkte buis.

pennen wordt voorzien. Om deze pennen is van te voren een glazen parel gesmolten, waarvan het glas geheel is aangepast bij den doorvoerdraad en de ijzeren grondplaat. De pennen kunnen van gewoon ijzer of wel van een ijzer-legeering zijn. In beide gevallen ondergaan zij evenwel een speciale oppervlakte-behandeling.

Bij vergelijking met de eerder beschreven metalen constructie zal het duidelijk zijn, dat aan deze doorsmelting niet alleen uit het oogpunt van vacuumdichtheid doch ook in mechanisch opzicht

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

hooge eischen worden gesteld. Immers, het systeem van de buis moet aan de binnenzijde op de pennen worden gelascht, terwijl aan de buitenzijde op de pennen (bij het inzetten in den buishouder) tamelijk groote krachten worden uitgeoefend. De technologische problemen, welke zich bij de doorsmeltingen der electroden voordoen, zijn dan ook niet eenvoudig en vereischen een grondig inzicht en ervaring in deze materie. Een korte vergelijking van de verschillende technieken bij de in het voorgaande beschreven constructies levert het volgende beeld:

Bij de vacuumdichte doorsmelting van een dunnen molybdeendraad (uitzettingscoëfficient $51 \cdot 10^{-7}$), geïsoleerd te bevestigen in het „Fernico" schoenoogje (uitzettingscoëfficient $48 \cdot 10^{-7}$), wordt een glas gebruikt met een zoo dicht mogelijk daarbijgelegen uitzettingscoëfficient. Men komt op deze wijze tot een hard glas, met een verweekingstemperatuur van ongeveer 540 °C [6]).

Bij de doorsmelting van de massieve chroomijzeren pennen in de glazen sleutelbuis heeft men een pen met een veel grooteren uitzettingscoëfficient, nl. van ca $103 \cdot 10^{-7}$ in een zacht glas met een iets daarbeneden gelegen uitzettingscoëfficient. Dit glas heeft een veel lagere verweekingstemperatuur, nl. van ca 475 °C.

Waar deze chroomijzer-glas-insmelting aan hooge eischen voldoet, wat betreft kwaliteit en reproduceerbaarheid, zou het voor de hand liggen, dat men den bodem van de metalen sleutelbuis, evenals de doorvoerpennen, van chroomijzer zou maken. Dit zou inderdaad uitstekend gaan, ware het niet, dat de kostprijs van een dergelijken bodem voor normale toepassing te hoog zou worden. Dientengevolge werd gezocht naar de mogelijkheid met een goedkoop en gemakkelijk verkrijgbaar metaal, namelijk ijzer-plaat resp. -draad, uit te komen. Vandaar dan ook, dat voor de nieuwe constructie gewoon ijzer werd gekozen, waarbij evenwel de uitzettingscoëfficient weer aanzienlijk grooter is, nl. $125 \cdot 10^{-7}$. Hieruit volgt, dat ook het glas weer een hoogeren uitzettingscoëfficient moet hebben.

Hoewel nu zachte glazen in het algemeen gemakkelijker te verwerken zijn dan harde glazen, brengen de zachte glazen met zulke hooge uitzettingscoëfficienten in de fabricage moeilijkheden met zich mede, waarbij o.m. de chemische aantasting van deze loodhoudende glazen tijdens den levensduur zoowel door atmosferische invloeden als door vorming van „loodboomen" tengevolge van electrolyse van het glas een rol kan spelen. Bovendien kan tijdens den korten duur van het insmelten (bij een temperatuur van ca 950 °C) reductie van het loodoxyde optreden, waardoor oppervlaktegeleiding kan ontstaan.

Het is gelukt voor deze problemen een oplossing te vinden en een fabricage-procédé uit te werken voor de oppervlakte-behandeling der metalen en het insmelten, waarbij aan deze bezwaren tegemoet wordt gekomen.

Belangrijk is eveneens, dat de constructie zoodanig wordt gemaakt, dat in het glas onder alle bedrijfsomstandigheden zoo veel mogelijk slechts drukspanningen kunnen voorkomen, aangezien slechts onder die omstandigheden een voldoende garantie voor een mechanisch sterken (géén sprong!) en tevens vacuumdichten doorvoer wordt verkregen.

Wanneer wij het spanningsbeeld van een dergelijke grondplaat-pen-insmelting bestudeeren, zien wij meestal aan de aansmelting van glas en grondplaat inderdaad slechts drukspanning optreden en aan de pen axiale druk-, tangentiale druk-, gecombineerd met radiale trekspanning. Het kan echter ook voorkomen, dat het spanningsbeeld van de axiale en radiale spanningen langs de pen omgekeerd is (axiale trek- en radiale drukspanning). Het geheele beeld wordt nog gecompliceerder, indien men bedenkt, dat spreidingen in den uitzettingscoëfficient van het glas onvermijdelijk zijn en dat de draad en de grondplaat zich niet gelijk gedragen, doordat de invloed van de oppervlaktelaag op grondplaat en pen bij beiden procentueel verschillend is.

Na het aanlasschen van den metalen pompstengel en het insmelten van de pennen wordt de grondplaat nog vernikkeld. Aan de onderzijde van de grondplaat wordt een klein „hoedje" gelascht. Dit wordt later gebruikt voor de bevestiging van de zoeknok, welke tevens dient ter bescherming van den ijzeren pompstengel. De metalen ballon wordt daarna ook hier door lasschen op een projectielaschapparaat op de grondplaat bevestigd, nadat van te voren het systeem van de buis op de pennen is gelascht en de verbindingen tusschen de verschillende electroden en pennen zijn gemaakt.

De volgende cijfers mogen een indruk geven van het vermogen, dat voor dergelijke lasschen noodig is. Terwijl voor de eerder beschreven metalen buisconstructie met een diameter van 43 mm een projectie-laschapparaat moet worden gebruikt van nominaal 400 kVA (de stroomstoot tijdens het lasschen is in feite van de orde van grootte van 1000 kVA; primair 500 V 2000 A, secundair ca

[6]) Het verweekingspunt wordt gedefinieerd als de temperatuur, waarbij een glasstaaf van 30 cm lengte en 4 mm diameter, die aan beide zijden ondersteund is, door een gewicht van 195,5 gram 2 mm doorbuigt. Het smeltpunt ligt veel hooger.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

110 000 A) kan voor deze constructie met een kleinere apparatuur worden volstaan en wel van nominaal 175 kVA (piek ca 450 kVA). Deze laschmachines worden gestuurd door speciale regelapparaturen, welke het mogelijk maken, den duur van den laschstoot van ca $^1/_2$ tot ca 25 perioden continu te varieeren, waarbij de laschstroom door primaire regeling nog in 16 verschillende standen kan worden ingesteld. Ook de laschdruk is regelbaar en wel tusschen 100 en 1700 kg. De laschelectroden zijn van speciaal, in eigen bedrijf ontwikkeld, materiaal en zijn watergekoeld.

De beschreven laschmethode heeft als voordeel boven iedere insmelting van glas, dat de bevestiging van den ballon op de grondplaat geschiedt bij kamertemperatuur (men behoeft slechts de bij de lasch ontstane warmte af te voeren en deze is betrekkelijk gering door den uiterst korten duur van den laschstoot). Hierdoor worden dus ongewenschte oxydaties van het inwendige van de buis a priori vermeden. Bij de glasinsmeltingen moeten hiertegen in bepaalde gevallen speciale maatregelen worden genomen, bijv. spoelen met indifferente gassen, zooals stikstof.

De aldus gereedgekomen buis kan op normale wijze worden gepompt en ontgast, waarna de pompstengel wordt dichtgeknepen en dichtgelascht.

Het spreekt vanzelf, dat bij een metalen buisconstructie directe verhitting van de inwendige deelen door middel van hoogfrequent-verhitting niet kan plaatsvinden. De verhitting der inwendige deelen bij het ontgassen moet dus indirect geschieden via den metalen ballon resp. door gedeeltelijke verhitting van binnen uit door middel van den gloeidraad, al of niet gecombineerd met electronenbombardement der roosters en derg. Voor uitwendige verhitting van den ballon (waarbij de grondplaat en de doorvoeren natuurlijk gekoeld moeten worden) is echter geen hoogfrequent-verhitting noodig doch kan de verhitting goedkooper gelocaliseerd geschieden door gasbranders.

De „getter" om de gasresten te binden kan op zeer eenvoudige wijze door verhitting met gasvlammen vanaf de buitenzijde, of door stroomdoorgang, worden verstoven en slaat dan neer op den ballonwand, waardoor het voordeel wordt verkregen, dat de gasbindende laag vanzelf aan aarde is gelegd (en dus geen „zwevende capaciteit" vormt).

Samenvattend kunnen wij zeggen, dat het voor het omroepgebied mogelijk is geworden ons in hooge mate los te maken van het probleem „metaal" of „glas", zoodat dit alternatief geen invloed meer behoeft te hebben op de verdere ontwikkeling van den apparatenbouw en slechts overwegingen van practischen aard (in bepaalde fabrieken aanwezige outillage resp. het ter beschikking hebben van bepaalde grondstoffen of andere speciale omstandigheden) in de toekomst den doorslag behoeven te geven voor de keuze der te volgen techniek.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

DRAAGGOLFTELEFONIE

door D. GOEDHART en J. de JONG. 621.395.44

Bij telefonieverbindingen over lange afstanden, waar de kabel en de hierin geschakelde versterkers een belangrijk deel van de totale kosten veroorzaken, is het vaak van voordeel om door toepassing van draaggolftelefonie het aantal gesprekken, dat op één stel draden gelijktijdig kan worden gevoerd, te verveelvuldigen. De grondslagen der draaggolftelefonie en de algemeene bouw van een installatie hiervoor worden in dit artikel besproken. Uit de taak der verschillende onderdeelen worden de hieraan te stellen eischen afgeleid, terwijl de specifieke problemen en de practische uitvoering der onderdeelen in verdere artikelen zullen worden behandeld.

Inleiding

De eenvoudigste wijze om een telefonische verbinding tusschen twee abonné's *A* en *B* tot stand te brengen is, de microfoon van *A* door twee draden te verbinden met de telefoon van *B*, en de microfoon van *B* door twee andere draden met de telefoon van *A*. Men heeft dan vier verbindingsdraden noodig (vierdraadsverbinding, *fig. 1*).

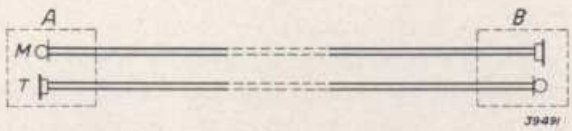

Fig. 1. Vierdraadsverbinding tusschen twee abonné's *A* en *B*.

Al vroeg heeft men schakelingen bedacht, waarbij het aantal verbindingsdraden tot de helft kan worden teruggebracht (tweedraadsverbinding, *fig. 2*). In ieder der beide telefoontoestellen bevindt zich dan een zg. vork, een inrichting, die de microfoonstroomen naar de lijn, en de over de lijn aankomende stroomen naar de telefoon leidt.

Fig. 2. Tweedraadsverbinding tusschen twee abonné's *A* en *B*. *V* vorken.

Tengevolge van de door de verbindingsdraden veroorzaakte demping is de afstand, die op deze wijze overbrugd kan worden, beperkt. Na de uitvinding der versterkerbuizen kon men in de verbindingsleiding versterkers plaatsen [1]), waardoor de te overbruggen afstand vele malen zoo groot werd (*fig. 3*). Bij dit toenemen van de afstand wordt de verbindingslijn in dezelfde mate duurder, terwijl de kosten van de eindapparatuur (microfoon, telefoon, vork) gelijk blijven, zoodat het grootste deel van de kosten der verbinding op rekening van de verbindingsdraden komt.

Moeten er vele gesprekken gelijktijdig tusschen twee bevolkingscentra overgebracht worden, dan heeft men evenveel paren verbindingsdraden, met de vereischte versterkers, noodig. Deze verbindingsdraden worden gewoonlijk tot kabels met vele aders vereenigd. Door toepassing van draaggolftelefonie kan men echter verscheidene gesprekken gelijktijdig over één paar verbindingsdraden overbrengen. Daardoor worden de kosten van de kabel en de versterkers veel lager. De apparatuur aan het begin en het eind der verbinding wordt evenwel ingewikkelder en dus kostbaarder. Hieruit volgt, dat toepassing van draaggolftelefonie economisch alleen verantwoord is voor het overbruggen van groote afstanden, waar de kabelkosten de doorslag geven; voor kleine afstanden, bijv. stadsgesprekken, zouden de kosten van de eindapparatuur te hoog worden en zal men dus geen draaggolftelefonie gebruiken.

In een paar vroegere artikelen in dit tijdschrift [1, 2]) zijn reeds enkele problemen der draaggolftelefonie ter sprake gekomen. In dit artikel willen we de algemeene opzet van een installatie voor draaggolftelefonie en de belangrijkste problemen, die zich hierin voordoen, nader beschouwen.

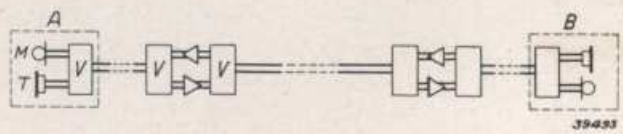

Fig. 3. Is de afstand tusschen twee abonné's *A* en *B* groot, dan worden in de lijn op regelmatige afstanden versterkers opgenomen. Daar versterkers slechts in één richting overdracht geven, zijn er steeds twee naast elkaar aanwezig, voor iedere richting één, met aan weerszijden een vork *V*, wanneer het om een tweedraadsverbinding gaat.

[1]) Het zg. pupiniseeren, waardoor eveneens de te overbruggen afstanden grooter worden, laten we hier buiten beschouwing. Het is uitvoerig besproken bijv. in: F. de Fremery en G. J. Levenbach, Draaggolftelefonie op gepupiniseerde kabels, Philips techn. T. 4, 21, 1939.

[2]) G. J. Levenbach en H. van de Weg, Niet-lineaire vervorming in gepupiniseerde kabels, Philips techn. T. 4, 84, 1939.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

Over de oplossingen, die voor de optredende problemen zijn gevonden, en de constructie der benoodigde onderdeelen, zullen later enkele artikelen volgen.

Het principe der draaggolftelefonie

De in de spraak voorkomende trillingen kan men opgebouwd denken uit een groot aantal sinusvormige trillingen met verschillende frequenties en verschillende amplituden (eigenlijk een oneindig groot aantal trillingen, voor te stellen door een Fourierintegraal). Voor een goed verstaanbaar gesprek is het niet noodig, al deze frequenties over te brengen, maar slechts die, welke liggen tusschen ongeveer 300 per/sec en ongeveer 3000 per/sec. De telefoonkabel kan echter een veel grooter frequentiegebied doorlaten. Van het frequentiegebied boven 3000 per/sec kan nu eveneens gebruik worden gemaakt voor het overbrengen van telefoongesprekken door toepassing van een methode, die veel overeenkomst vertoont met die van de radiotechniek.

Een draaggolf met een hooge frequentie f_c wordt in een zender gemoduleerd met de laagfrequente trillingen der spraak. Door deze modulatie ontstaan twee nieuwe groepen frequenties: de zg. zijbanden ter weerszijden van de draaggolf (*fig. 4*). De bovenzijband (van $f_c + 300$ per/sec tot $f_c + 3000$ per/sec)

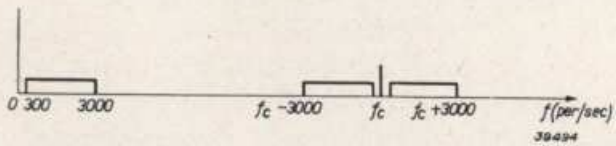

Fig. 4. Ligging van de over te brengen spraaktrillingen en van de draaggolf met de twee zijbanden in het frequentiespectrum.

representeert een verschuiving van het frequentiespectrum van 300 tot 3000 per/sec over een bedrag f_c; de benedenzijband (van $f_c - 300$ per/sec tot $f_c - 3000$ per/sec) is het spiegelbeeld van de bovenzijband ten opzichte van de draaggolffrequentie f_c. Op deze wijze kan men een aantal verschillende gesprekken moduleeren ieder op een draaggolf met een andere frequentie en vervolgens al deze gemoduleerde draaggolven aan de gemeenschappelijke lijn toevoeren.

Is het frequentieverschil van de draaggolven voldoende groot, dan kan met een overeenkomstig aantal selectieve ontvangers, aan de andere zijde van de lijn aangesloten, ieder der gemoduleerde draaggolven worden ontvangen zonder storing door de andere. Evenals bij de radiotechniek de aether gelijktijdig verschillende uitzendingen overbrengt, brengt bij de draaggolftelefonie een enkel aderpaar vele gesprekken gelijktijdig over. Het is duidelijk, dat het rendement van de kabel op deze wijze vele malen zoo groot wordt.

Gebruikt men hetzelfde aderpaar voor het overbrengen van de gesprekken in beide richtingen (tweedraadsverbinding, fig. 3), dan geeft dit eenige complicaties, daar het moeilijk is om onderlinge storingen der tegengestelde spreekrichtingen te voorkomen (zie artikel [1]). Daarom bezigt men bij draaggolftelefonie gewoonlijk de vierdraadsverbinding (fig. 1). Deze vereischt echter niet meer aderparen dan de tweedraadsverbinding. Het blijkt nl. bij de tweedraadsverbinding niet goed mogelijk, voor beide richtingen dezelfde draaggolffrequenties te gebruiken wegens de moeilijkheden, die de, aan weerskanten van elke versterker noodige, vorken opleveren bij hooge frequenties. Ieder frequentiegebied kan dus in eenzelfde aderpaar slechts éénmaal benut worden, hetzij voor de eene hetzij voor de andere richting. Het aantal gesprekken is dan hetzelfde als wanneer men de eene helft der aderparen uitsluitend gebruikt voor de eene richting en de andere helft voor de andere richting (vierdraadsverbinding). Gewoonlijk legt men hiervoor twee kabels met gelijke aantallen aderparen naast elkaar, voor iedere richting één.

Het is niet noodzakelijk, de beide in de zender gevormde zijbanden over te brengen; één zijband is voldoende. De ontvanger is nl. in staat, om uit de draaggolf en één der zijbanden de laagfrequente trillingen, die het oorspronkelijke gesprek vormden, weer te voorschijn te brengen. Met behulp van een filter snijdt men daarom aan de zendzijde één der zijbanden af, waardoor in eenzelfde frequentiegebied tweemaal zooveel gesprekkanalen ondergebracht kunnen worden en het rendement van de kabel dus nog verdubbeld wordt (*fig. 5*).

Evenals in fig. 3 is aangegeven, zijn ook nu in de kabel van afstand tot afstand versterkers noodig. Om deze versterkers klein te kunnen houden, ondanks het groote aantal gesprekken, dat versterkt moet worden, zendt men als regel de draaggolven, die een groote amplitude zouden moeten hebben, zelf niet uit (dit is door een geschikte schakeling van de modulator te bereiken), doch voegt deze in de ontvangers weer toe [3]).

Inrichting en werking van een draaggolftelefonieverbinding

Fig. 6 geeft een vereenvoudigd schema van een

[3]) Bij de radio-omroep, waar het beschikbare frequentiegebied ook zoo dicht mogelijk bezet wordt, zendt men, in tegenstelling met de draaggolftelefonie, toch steeds de beide zijbanden uit. Zou men daar ook slechts één zijband zonder draaggolf uitzenden, dan moest in de ontvanger de draaggolf weer worden toegevoegd. Dit is voor een ontvanger, die geschikt moet zijn om zeer vele omroepzenders weer te geven, practisch niet uitvoerbaar. Zou men één zijband en bovendien de draaggolf uitzenden, dan treedt bij groote modulatiediepte ontoelaatbare vervorming op. Bij draaggolftelefonie wordt in de ontvanger een draaggolf met groote amplitude toegevoegd, waardoor de vervorming gering blijft. Waar de microfoon en de telefoon toch reeds een vrij aanzienlijke vervorming geven, is de kleine toename hiervan tengevolge van het ontbreken van de tweede zijband niet hinderlijk.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

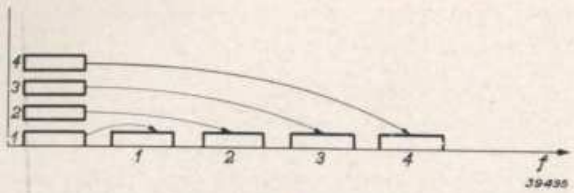

Fig. 5. Ligging van de spraaktrillingen en de overeenkomstige, door de lijn over te brengen, frequentiegebieden in het frequentiespectrum, bij een vierkanalen-systeem met onderdrukte draaggolf en enkele zijband.

draaggolftelefonieverbinding tusschen twee plaatsen L (links) en R (rechts). In L bevinden zich de abonné's A, C en E; in R de abonné's B, D en F. A spreekt met B, C met D en E met F. Tusschen L en R liggen twee aderparen, één paar voor het overbrengen van de spraak van L naar R en één paar voor het overbrengen van de spraak van R naar L.

De abonné's beschikken over een normaal telefoontoestel (microfoon, telefoon, vork) en zijn door een normale tweedraadsverbinding met de telefooncentrale verbonden. Een abonné, die wenscht te spreken, wordt daar, al of niet automatisch, op een beschikbare vork V_2 aangesloten op dezelfde wijze als bij gewone telefonie op een beschikbare lijn. De microfoonstroom, afkomstig van A, wordt geleid door een laagdoorlatend zendfilter LFZ_A, dat de frequenties boven een frequentie f_1, die voor de verstaanbaarheid niet noodzakelijk zijn, afsnijdt. Het overgebleven frequentiegebied wordt toegevoerd aan een modulator Mod_A, waaraan tevens de draaggolf met een frequentie f_A wordt toegevoerd. Deze modulator (die op soortgelijke wijze werkt als de modulator in een omroepzender) is een inrichting, die aan de uitgang de twee zijbanden, zonder draaggolf, levert. Na deze

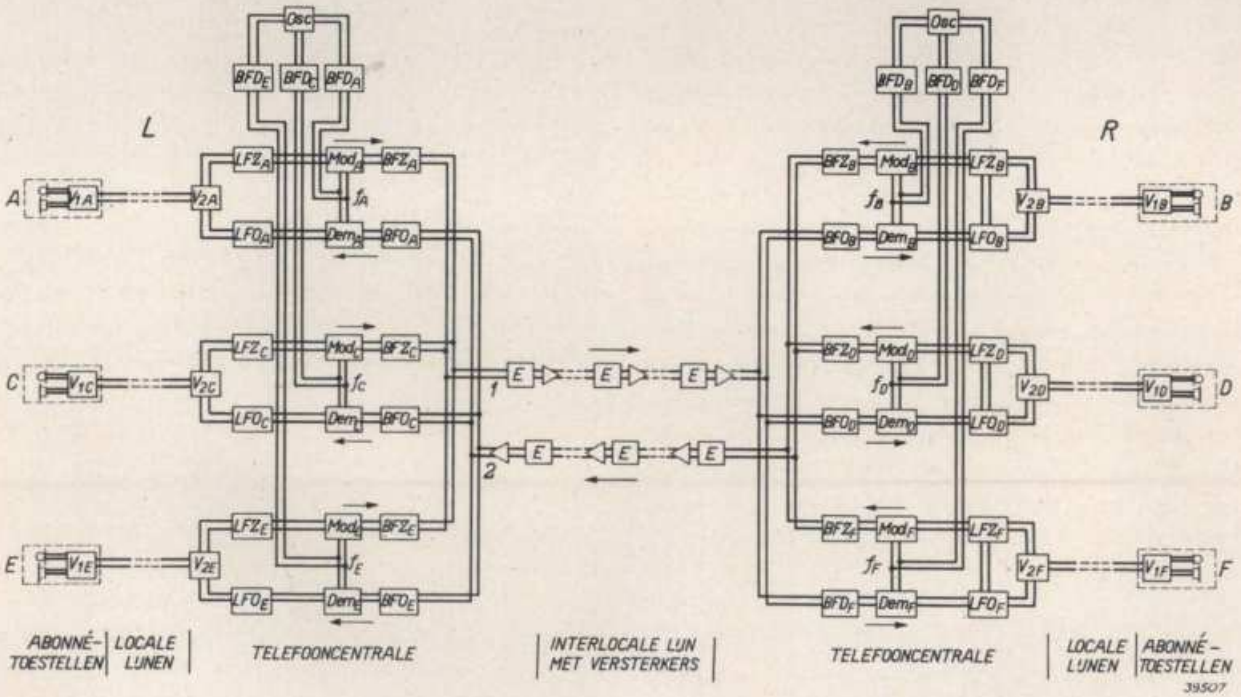

Fig. 6. Vereenvoudigde schematische voorstelling van een draaggolftelefonie-installatie voor drie gesprekkanalen. De abonné-toestellen bevatten een microfoon, een telefoon en een vork V_1 en zijn over de locale lijn met een vork V_2 in de telefooncentrale verbonden. Ieder uitgaand gesprek passeert een laagdoorlatend zendfilter LFZ, een modulator Mod en een zendbandfilter BFZ. Daarna worden alle gesprekken gezamenlijk over de interlocale lijn, die van afstand tot afstand een egalisatienetwerk E met een versterker bevat, naar de andere telefooncentrale geleid, waar ieder gesprek een ontvangbandfilter BFO, een demodulator Dem en een laagdoorlatend ontvangfilter LFO passeert. Over de vork V_2 en de locale lijn bereikt het gesprek den anderen abonné. De draaggolffrequenties worden in beide telefooncentrales ontleend aan een oscillator Osc door middel van de draaggolfbandfilters BFD.

modulator volgt een zendbandfilter BFZ_A, dat één der zijbanden doorlaat, doch de andere zijband onderdrukt. Men kan voor de over te brengen zijband zoowel de bovenste als de onderste kiezen.

Op gelijke wijze wordt gehandeld met de microfoonstroomen van C en E, met dit verschil, dat de aan de modulatoren toegevoerde draaggolven andere frequenties bezitten, nl. f_C en f_E.

De uitgangsklemmen van de drie zendbandfilters BFZ_A, BFZ_C en BFZ_E zijn parallel geschakeld. De kabel brengt dus drie frequentiebanden over: van f_A tot $f_A + f_1$, van f_C tot $f_C + f_1$ en

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

van f_E tot $f_E + f_1$, als men de bovenste zijbanden kiest.

Aan de ontvangzijde (R) moet iedere frequentieband in het juiste kanaal terechtkomen en geen storing veroorzaken in de andere kanalen. Daartoe dienen de ontvangbandfilters BFO_B, BFO_D en BFO_F, die ieder de juiste frequentieband doorlaten, doch de overige frequentiebanden tegenhouden. Ieder dezer bandfilters wordt gevolgd door een demodulator, waaraan ook de bijbehoorende draaggolf weer wordt toegevoerd. Daardoor ontstaat aan de uitgangsklemmen van de demodulator weer de oorspronkelijke laagfrequente frequentieband, gelijk aan die, welke door de microfoon aan de zendzijde (L) werd geleverd, en bovendien nog trillingen met hoogere frequenties. Op iedere demodulator volgt een laagdoorlatend ontvangfilter, dat de ongewenschte trillingen met hooge frequenties afsnijdt. Via de vork V_{2B} en de stadslijn bereikt nu het gesprek van de abonné A de telefoon van de abonné B. Op volkomen analoge wijze bereikt het gesprek van B de telefoon van A. In principe is het niet noodzakelijk, voor de conversatie tusschen A en B in beide richtingen dezelfde draaggolffrequentie te gebruiken; bij een vierdraadsverbinding als in fig. 6 voorgesteld, doet men het echter eenvoudigheidshalve als regel wel.

Het verkregen aantal verbindingsmogelijkheden tusschen L en R is gelijk aan het aantal aanwezige paren dubbeldraden, vermenigvuldigd met het aantal gesprekken, dat per vierdraadsverbinding kan worden overgebracht. Dit totale aantal maakt men gelijk aan het maximale aantal tegelijk tusschen L en R te voeren gesprekken.

De abonné-toestellen ondergaan bij draaggolftelefonie geen verandering; de abonné's bemerken er niets van, of hun gesprek met of zonder draaggolftelefonie tot stand komt.

In het voorbeeld van fig. 6 zijn aan iedere zijde drie abonné's ondersteld (3-kanalen-systeem). Het is echter duidelijk, dat dit aantal voor uitbreiding vatbaar is. Een 12-kanalen-systeem (12 gesprekken over dezelfde geleiding) volgens dit eenvoudige principe met gebruikmaking van normale niet-gepupiniseerde telefoonkabels [1]) wordt veel toegepast. Philips heeft bovendien een installatie met 17 kanalen uitgewerkt volgens dit principe. *Fig. 7* toont een foto van een gedeelte der hierbij noodige eindapparatuur. Wil men een belangrijk grooter aantal gesprekken over dezelfde verbinding leiden, dan is een speciale kabel noodig en moet men meervoudige modulatie toepassen, hetgeen een ingewikkelder eindapparatuur noodzakelijk maakt (zie hieronder).

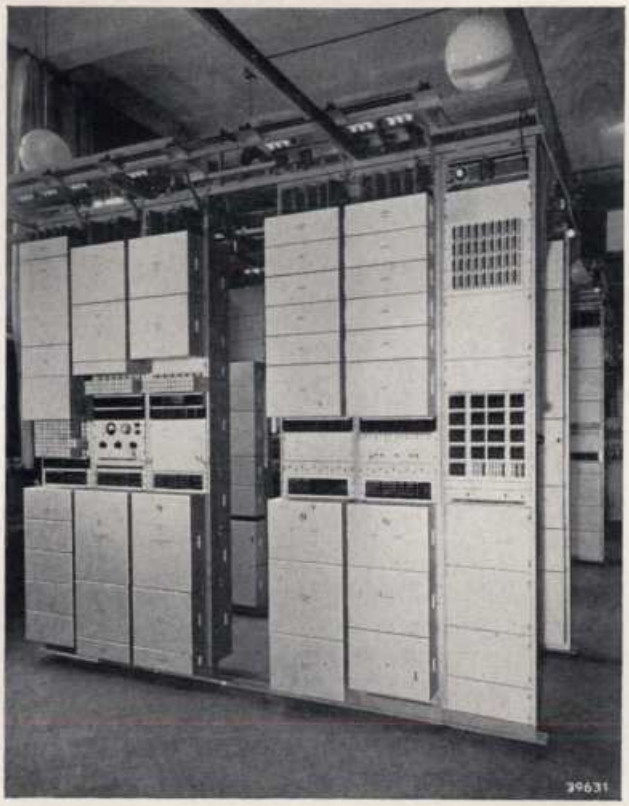

Fig. 7. Foto van een gedeelte der eindapparatuur van Philips' 17-kanalen-systeem.

Keuze der draaggolffrequenties

Teneinde het beschikbare frequentiegebied, dat de kabel zonder te groote demping doorlaat, zoo intensief mogelijk te benutten, neemt men het frequentieverschil der draaggolven zoo klein mogelijk. Waardoor wordt nu de noodige frequentie-afstand bepaald?

Zooals uit het voorgaande blijkt, wordt aan ieder bandfilter de eisch gesteld, een zeker frequentiegebied door te laten en een aantal andere frequentiegebieden te onderdrukken. Tusschen het doorlaatgebied en het dempingsgebied bevindt zich een overgangsgebied, waar de demping te groot is om een behoorlijke overdracht toe te laten, doch te klein om een voldoende onderdrukking te waarborgen. *Fig. 8* geeft als voorbeeld de demping in db als functie van de frequentie voor een bandfilter uit Philips' 17-kanalen-systeem, waarbij de bovenste zijband wordt overgebracht. Het doorlaatgebied strekt zich uit van a tot b. Links hiervan bevindt zich het overgangsgebied van c tot a, dat een breedte heeft van ongeveer 900 per/sec. (Een belangrijk kleiner overgangsgebied zou zeer veel hoogere eischen stellen aan de constructie van het filter.) Onderstellen we, dat de kromme de demping voorstelt van het zendbandfilter BFZ_C van fig. 6, dan moet a beantwoorden aan de laagste, b aan de

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

hoogste over te brengen spraakfrequentie van C, d.i. resp. f_2 en f_1. De hoogste frequentie van het naburige kanaal (het gesprek van A naar B) mag niet hooger dan bij c liggen. De afstand tusschen de twee hoogste frequenties der naburige kanalen, die natuurlijk gelijk is aan de afstand der draaggolffrequenties, moet dus minstens $f_1 - f_2 + 900$ per/sec zijn.

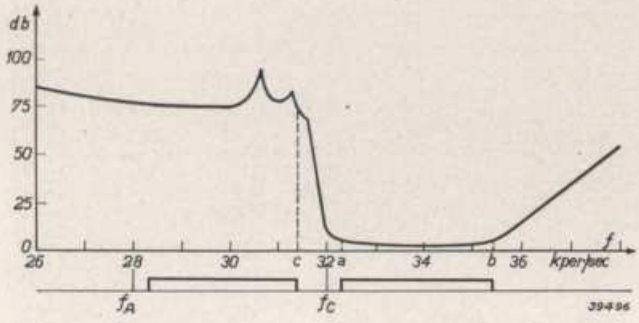

Fig. 8. Dempingskarakteristiek van een bandfilter. De draaggolffrequenties van twee naburige kanalen zijn f_A en f_C. De bovenzijband, behoorende bij de draaggolf f_C, past in het doorlaatgebied van het filter (van a tot b). De bovenzijband, behoorende bij de draaggolf f_A, valt in het dempingsgebied van het filter (beneden c). Het gebied van c tot a is het overgangsgebied van het filter.

We hebben reeds gezien, dat men als regel de draaggolven niet mee overzendt, doch deze bij de demodulatie weer aan de overgezonden zijband toevoegt. Het is dan noodig, dat de draaggolffrequenties aan zend- en ontvangzijde nauwkeurig overeenkomen. Om nu niet zoowel aan de zend- als aan de ontvangzijde vele oscillatoren noodig te hebben, die ieder een nauwkeurig bepaalde frequentie moeten leveren, plaatst men aan de zend- en aan de ontvangzijde één oscillator, waarvan de frequentie zorgvuldig constant gehouden wordt, en leidt hiervan door frequentievermenigvuldiging de andere draaggolffrequenties af. De frequentie van deze oscillator neemt men daarom gelijk aan het frequentieverschil der draaggolven, nl. minstens $f_1 - f_2 + 900$ per/sec.

Als onderste grens f_2 van het over te brengen frequentiegebied kiest men algemeen de reeds genoemde waarde van 300 per/sec. Hoe lager men nu de bovenste grens f_1 neemt, des te kleiner wordt de noodige draaggolf-afstand, des te slechter wordt echter ook de verstaanbaarheid van het gesprek. Desnoods zou men reeds met $f_1 = 2600$ per/sec kunnen volstaan. Teneinde echter een betere weergavekwaliteit te kunnen krijgen, en geleid door de wensch om ronde getallen voor de draaggolffrequenties te kiezen (teneinde nl. op eenvoudige wijze deze frequenties te kunnen vergelijken met de in iedere telefooncentrale aanwezige standaardfrequentie, die zeer nauwkeurig 1000 per/sec bedraagt), heeft men de keuze der draaggolffrequenties op geheele veelvouden van 4000 per/sec bepaald [4]). Hieruit volgt, dat de hoogste over te brengen spraakfrequentie 4000—900+300=3400 per/sec kan bedragen.

Bij de door Philips ontwikkelde installatie voor 17 gesprekkanalen is in overeenstemming met het bovenstaande de laagste draaggolffrequentie 4000 per/sec en de hoogste 68 000 per/sec.

Overspreken

Bij de telefonie is het een eerste eisch, dat iedere abonné het voor hem bestemde gesprek duidelijk verstaat, niet gehinderd door een achtergrond van storende geluiden, afkomstig van niet voor hem bestemde gesprekken. Hetgeen een abonné eventueel van dergelijke geluiden zou kunnen hooren, noemt men overspreken. Bij toepassing van draaggolftelefonie is het gevaar voor overspreken begrijpelijkerwijze grooter dan anders.

Bereikt het frequentiespectrum van een gesprek in zijn oorspronkelijke gedaante een niet-bedoelden abonné, dan noemt men dit verstaanbaar overspreken, daar het gesprek dan bij voldoende intensiteit te verstaan is. Wordt dit frequentiespectrum echter bij de ongewilde overdracht zoodanig gedistordeerd, dat het gesprek ook bij voldoende intensiteit niet te volgen is, dan noemt men het onverstaanbaar overspreken. Het is duidelijk, dat de intensiteit van het verstaanbaar overspreken terwille van de geheimhouding zoo gering moet zijn, dat het volgen van het onbedoelde gesprek volkomen uitgesloten is. Daartoe moet de intensiteit van het verstaanbaar overspreken minstens 70 db beneden de intensiteit van het bedoelde gesprek zijn. Het onverstaanbaar overspreken maakt geen inbreuk op de geheimhouding, doch openbaart zich als een hinderlijk achtergrondgeluid. Een intensiteit, ongeveer 60 db beneden die van het bedoelde gesprek, is hiervoor de practisch toelaatbare grens.

Het zijn in hoofdzaak de filters, die overspreken moeten voorkomen.

Eischen, waaraan de onderdeelen van een draaggolftelefonie-installatie moeten voldoen

Uit fig. 6 is te zien, dat de draaggolftelefonie-installatie in hoofdzaak bestaat uit kabels, versterkers, oscillatoren, modulatoren en demodulatoren, vorken en filters. Aan ieder dezer onderdeelen moeten voor een goede werking der installatie bepaalde eischen worden gesteld, die hier nader beschouwd zullen worden.

---

[4]) Aanbeveling van het C.C.I.F., Oslo 1938.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

a) Kabels

Een gepupiniseerde kabel is, tengevolge van het optreden van een grensfrequentie (*fig. 9*), ongeschikt om de hooge frequenties, benoodigd voor een 12- of 17-kanalen-systeem, over te brengen (zie artikel [1]).

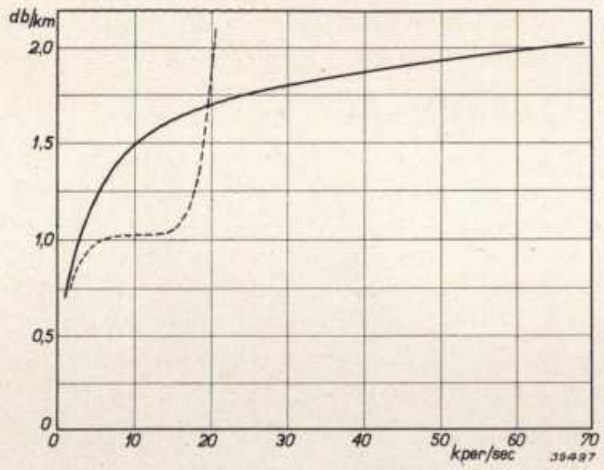

Fig. 9. Demping in db per km als functie van de frequentie voor een normale, niet-gepupiniseerde kabel. Ter vergelijking is ook het verloop van de demping voor een licht gepupiniseerde kabel aangegeven (gestippeld).

Fig. 9 geeft eveneens de demping van een normale niet-gepupiniseerde kabel in db per km kabellengte als functie van de frequentie. De demping in het te gebruiken frequentiegebied (4 tot 72 kper/sec) neemt met de frequentie toe. Per km kabellengte is het verschil in demping voor het laagste en het hoogste kanaal (resp. 4 en 72 kper/sec) 1 db. Voor een kabellengte van 300 km,(een vrij normale lengte voor draaggolftelefoniebedrijf) is dit dempingsverschil dus 300 db. Men stelt echter, vooral met het oog op de bestrijding van het overspreken, de eisch, dat alle gesprekken met ongeveer dezelfde sterkte overgebracht worden. Daartoe schakelt men in serie met de kabel zg. egalisatie-netwerken. Dit zijn vierpolen, opgebouwd uit weerstanden, zelfinducties en capaciteiten, zoodanig, dat zij voor de lage frequenties een groote, voor de hooge frequenties een kleine demping geven, met als resultaat, dat de demping van de kabel plus de egalisatienetwerken voor alle in aanmerking komende frequenties nagenoeg dezelfde is. Met één enkel egalisatienetwerk is aan deze eischen practisch niet te voldoen: daarvoor is het verschil in demping bij de laagste en de hoogste frequentie te groot. Daarom verdeelt men de kabel in stukken van een zoodanige lengte, dat het nog practisch uitvoerbaar is, de demping van ieder dezer gedeelten met behulp van één egalisatienetwerk onafhankelijk van de frequentie te maken.

b) Versterkers

De demping, die de kabel met het egalisatienetwerk geeft, moet weer opgeheven worden door versterkers. Het is echter bij eenigszins lange verbindingen niet mogelijk dit met één enkele versterker, hetzij aan het begin, hetzij aan het eind van de leiding, te bereiken. Bij een kabellengte van 300 km en een demping van 2 db/km is in totaal 600 db versterking noodig. Plaatste men één versterker aan het eind van de leiding, dan zou, bij een normale waarde van bijv. 1 volt spanning aan het begin, de spanning aan het eind van de kabel 10^{-30} volt bedragen. Doch de ruischspanning is van de orde van 10^{-7} volt per gesprekkanaal; het gesprek zou, ook na voldoende versterking, niet te hooren zijn, doordat de ruischspanning 10^{23} maal zoo sterk is. De spanning van het signaal moet in feite op ieder punt van de kabel veel grooter zijn dan de ruischspanning, want is eenmaal de verhouding tusschen de signaal- en de ruischspanning te klein geworden, dan is deze door versterking niet meer te verbeteren. Er moet dus, vóórdat de signaalspanning door de kabeldemping te veel is gedaald, een versterker worden aangebracht. Eischt men, dat aan het eind van de kabel de signaal-ruischverhouding minstens 1000 bedraagt, dan blijkt, dat reeds ongeveer iedere 30 km een versterker (met een versterking van ongeveer $30 \cdot 2 = 60$ db) in de kabel geschakeld moet worden.

Het is een gelukkige omstandigheid, dat deze kabellengte van ongeveer 30 km niet te groot is om met één egalisatienetwerk de demping onafhankelijk van de frequentie te kunnen maken. Men plaatst dan ook als regel aan het einde van iedere kabelsectie een egalisatienetwerk.

De versterking mag niet merkbaar beïnvloed worden door spontane veranderingen in de versterkers (vermindering van de steilheid der versterkerbuizen door ouderdom, enz.). Zou bijv. de versterking van iedere versterker slechts 1 db (d.i. ongeveer 10%) dalen, dan zou, bij 10 versterkers in de lijn, de totale versterking 10 db dalen, hetgeen ontoelaatbaar is.

Iedere versterker moet alle over te brengen gesprekken gelijktijdig versterken. Dit stelt zeer hooge eischen aan de lineariteit van de versterker. Zou de uitgangsspanning niet met voldoende nauwkeurigheid evenredig aan de ingangsspanning zijn, dan ontstaan wisselspanningen met combinatiefrequenties, die onderlinge storing der kanalen en bovendien onder bepaalde omstandigheden zg. kruismodulatie veroorzaken, waardoor een abonné een niet voor hem bestemd gesprek zou kunnen verstaan.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

Door in de versterkers tegenkoppeling toe te passen is aan de genoemde eischen te voldoen.

De kabeldemping is afhankelijk van de temperatuur. De versterking moet dus in omgekeerde zin met de temperatuur veranderen. Er is dus een — liefst automatisch werkende — temperatuurcompensatie noodig.

c) Oscillatoren

Zouden aan de zend- en de ontvangzijde de overeenkomstige draaggolffrequenties verschillen, dan werd aan de ontvangzijde het frequentiespectrum van het gesprek verschoven. Dit geeft vervorming en, bij eenigszins groote frequentieverschuiving, onverstaanbaarheid. Practisch kan men bij het overbrengen van het gesproken woord een frequentieverschil van niet meer dan ongeveer 10 per/sec voor de overeenkomstige draaggolven aan zend- en ontvangzijde toelaten. Voor een draaggolf van 68 kper/sec is dus slechts een afwijking van ca 0,015% toelaatbaar. De oscillator van 4 kper/sec, waarvan men uitgaat, mag dus bij variaties in de voedingsspanning, de temperatuur enz. ook niet meer dan 0,015%, dus ongeveer 0,05 per/sec veranderen.

De verschillende draaggolven worden van deze 4 kper/sec oscillator afgeleid door de opeenvolgende harmonischen te nemen. Iedere draaggolf moet echter sinusvormig zijn; bevat de draaggolf, die aan een bepaalde modulator of demodulator wordt toegevoerd, een component met de frequentie van één der andere draaggolven, dan kan dit aanleiding geven tot overspreken (verstaanbaar zoowel als onverstaanbaar). Daarom moeten de filters, die de verschillende draaggolffrequenties uitzeven (*BFD* in fig. 6) aan vrij hooge eischen voldoen.

d) Modulatoren en demodulatoren

Aan de modulator worden de microfoonstroom en de draaggolf toegevoerd; aan de uitgangsklemmen wenscht men de twee zijbanden, zonder de draaggolf, te verkrijgen. Daartoe bevat de modulator twee of meer niet-lineaire elementen (bijv. cuprox- of seleenventielen [5]) in balansschakeling. Een onsymmetrie in deze schakeling zal in de uitgangsspanning ongewenschte componenten doen ontstaan. Aan de symmetrie moet dus groote zorg besteed worden; bovendien moet ondanks temperatuurschommelingen en verouderen deze symmetrie bewaard blijven.

e) Vorken

Beschouwen we in fig. 6 bijv. het gesloten circuit: V_{2A}-Mod_A-lijn 1-Dem_B-V_{2B}-Mod_B-lijn 2-Dem_A-V_{2A}. In dit circuit bevinden zich o.a. een aantal versterkers. Daardoor bestaat er gevaar, dat, dit circuit rondgaande, de totale versterking zoo groot is, dat er spontaan oscilleeren optreedt (in de telefoontechniek bekend onder de naam „rondzingen"). Om dit te voorkomen moet men door nauwkeurige constructie zorgen, dat de in de vork uit het ontvangkanaal aankomende stroomen niet in het zendkanaal kunnen komen, doch uitsluitend naar de locale lijn gevoerd worden.

f) Filters

De filters vormen één der voornaamste bestanddeelen van de geheele installatie. Zij moeten zorgen, dat iedere abonné het voor hem bestemde gesprek goed verstaanbaar ontvangt en overspreken voorkomen wordt. Om de eischen vast te stellen, waaraan ieder filter moet voldoen, gaat men na, welke spectrale verdeeling van de storing, veroorzaakt door de niet voor hem bestemde gesprekken, iedere abonné zou ontvangen, wanneer er geen filters waren aangebracht. Hieruit volgt, welke de minimale demping is, die de filters voor de verschillende in aanmerking komende frequenties moeten geven, opdat het overspreken beneden de vroeger genoemde grenzen blijft. De filters, die bijv. op de weg van *C* naar *B* in fig. 6 doorloopen worden en dus tezamen deze demping moeten geven, zijn: het laagdoorlatende zendfilter LFZ_C, het zendbandfilter BFZ_C, het ontvangbandfilter BFO_B en het laagdoorlatende ontvangfilter LFO_B. Men kan de vereischte totale demping tot op zekere hoogte nog op verschillende manieren over deze vier filters verdeelen; men zal vanzelfsprekend de meest economische oplossing kiezen.

Bij de bepaling van de vereischte totale dempingskromme behoort met nog enkele factoren rekening te worden gehouden. De microfoon levert niet alleen het over te brengen frequentiegebied van 300 tot 3400 per/sec, maar ook hoogere, in de spraak voorkomende, frequenties. Anderzijds zijn de microfoon en de telefoon voor de hoogere frequenties minder gevoelig dan voor de lagere; bovendien is in de spraak de intensiteit der hoogere frequenties kleiner dan die der lagere; ook het oor is niet voor alle frequenties even gevoelig. Al met al kan de door de filters veroorzaakte demping voor de hoogere audiofrequente trillingen kleiner zijn, dan voor de lagere noodig is.

Door temperatuurvariaties zullen de zelfinducties en de capaciteiten, waaruit de filters zijn opgebouwd, veranderen, waardoor de grensfrequenties verschuiven. De filteronderdeelen behooren dus een

[5]) W. Ch. van Geel, Sperlaaggelijkrichters, Philips techn. T. 4, 104, 1939.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

slechts zeer kleine temperatuurcoëfficient te bezitten.

Wat het doorlaatgebied betreft, hierin moet de demping der filters voor alle frequenties nagenoeg constant zijn. Tengevolge van de verliezen in de spoelen en condensatoren, waaruit de filters zijn samengesteld, wordt de demping voor de frequenties dicht bij de grenzen van het doorlaatgebied grooter dan voor de frequenties in het midden van dit gebied. Daarom is het noodig, dat deze spoelen en condensatoren van goede kwaliteit zijn. Bovendien is een overgangsgebied van slechts 900 per/sec, zooals boven aangenomen is, alleen te bereiken, indien de verliezen in de filterelementen niet te groot zijn.

Meervoudige modulatie

Bij de beschreven inrichting van een installatie voor draaggolftelefonie is een frequentieverschil der opeenvolgende draaggolven van 4000 per/sec aangenomen. Het doorlaatgebied der bandfilters is voor alle kanalen even groot. Bij hoogere draaggolffrequenties wordt dus de relatieve breedte van het doorlaatgebied (d.i. het verschil der grensfrequenties gedeeld door het gemiddelde der grensfrequenties) steeds kleiner. Hoe kleiner deze relatieve bandbreedte, des te grooter is in practische gevallen het verschil der dempingen aan de randen en in het midden van het doorlaatgebied, als gevolg van de verliezen in de spoelen en condensatoren (*fig. 10*). Tevens wordt bij hoogere frequenties grootere nauwkeurigheid vereischt, wat betreft het realiseeren van de juiste waarden van zelfinducties en capaciteiten en het klein houden van parasitaire impedanties, terwijl ook de invloed der temperatuurvariaties grooter wordt. Om al deze redenen is het practisch niet mogelijk, op de aangegeven wijze draaggolffrequenties, belangrijk hooger dan 70 kper/sec, te gebruiken.

Moderne speciale kabels zijn echter in staat, veel

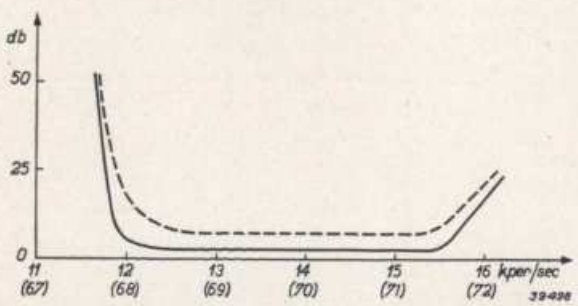

Fig. 10. Dempingskrommen voor het doorlaatgebied van twee analoog samengestelde bandfilters met gelijke bandbreedte, doch in verschillende frequentiegebieden. Getrokken kromme: bandfilter voor de bovenzijband van een draaggolf van 12 kper/sec; gestippelde kromme: idem voor een draaggolf van 68 kper/sec.

hoogere frequenties over te dragen (*fig. 11*). Wil men dit hoogere frequentiegebied ook voor telefonie gebruiken, dan is dit alleen mogelijk door zg. meervoudige modulatie toe te passen. Men kan daarbij bijv. op de volgende wijze te werk gaan.

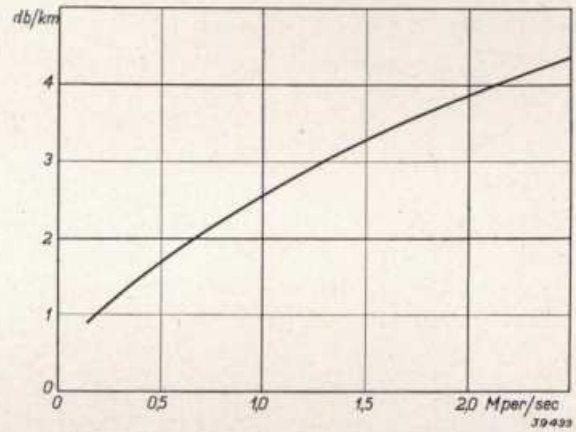

Fig. 11. Demping in db per km als functie van de frequentie voor een moderne coaxiale kabel.

De over te brengen gesprekken worden in groepen van 12 verdeeld. Ieder twaalftal gesprekken wordt op de boven omschreven wijze gemoduleerd op draaggolven met frequenties van 16 tot 60 kper/sec, zoodat — bij gebruik van de bovenzijband — iedere groep het frequentiegebied van 16 tot 64 kper/sec inneemt. Evenals het frequentiegebied van ieder gesprek door de modulatie in het frequentiespectrum verschoven is, worden nu de frequenties van iedere groep van 12 door een tweede modulatie verschoven over een zoodanig bedrag, dat de eerste groep in het frequentiegebied van 200 tot 248 kper/sec terecht komt, de tweede groep in het gebied van 248 tot 296 kper/sec en zoo vervolgens. Voor bijv. 240 gesprekken is op deze wijze het frequentiegebied van 200 tot 1160 kper/sec noodig. Aan de ontvangzijde worden eerst alle groepen door een eerste demodulator teruggebracht in het gebied van 16 tot 64 kper/sec en wordt vervolgens ieder gesprek door een tweede demodulator naar het oorspronkelijke laagfrequente gebied verschoven. Na iedere tweede modulator is nu een tweede bandfilter noodig, evenals na iedere eerste demodulator, doch aan deze filters behoeven veel minder hooge eischen gesteld te worden dan aan de eerste bandfilters, ten eerste omdat de relatieve bandbreedte groot is, en ten tweede omdat het frequentieverschil tusschen de door te laten en de te onderdrukken zijband groot is, waardoor het overgangsgebied van de dempingskromme ook breed kan zijn. Daardoor kunnen deze filters zeer eenvoudig zijn.

In de meeste gevallen zal men bij zoo'n groot aantal kanalen liever zelfs nog een derde modulatie

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

toepassen terwille van de eenvoudiger bandfilters (*fig. 12*). Bijv. eerst telkens tien gesprekken tot een groep vereenigen, die het frequentiegebied van 30 tot 70 kper/sec inneemt, daarna telkens vijf van deze groepen tot een nieuwe groep (supergroep) vereenigen, die het frequentiegebied van 300 tot 500 kper/sec inneemt en $5 \times 10 = 50$ gesprekken bevat, en tenslotte acht van deze laatste supergroepen door een derde modulatie naast elkaar in het frequentiespectrum brengen in het gebied van 500 tot 2100 kper/sec, zoodat $8 \times 50 = 400$ gesprekken tegelijk worden overgebracht.

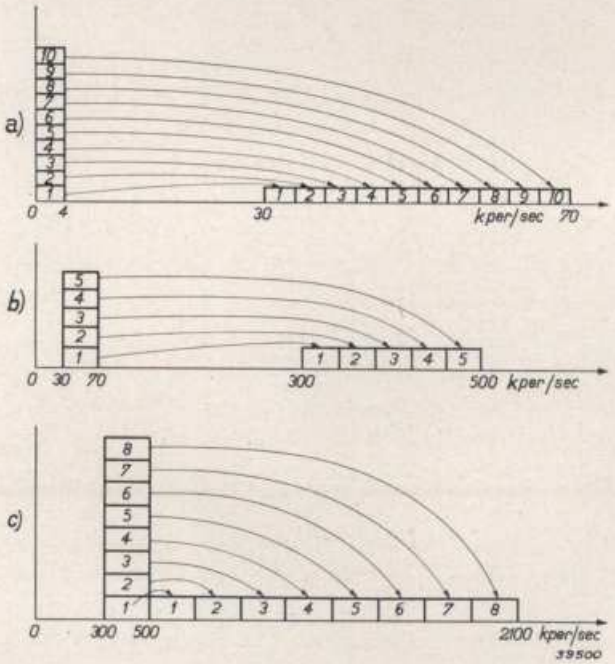

Fig. 12. Verschuiving van de spraaktrillingen bij een systeem met drievoudige modulatie voor 400 gesprekkanalen.
a Ligging der frequentiebanden na de eerste modulatie voor iedere groep van 10 gesprekken.
b Ligging van 5 groepen, ieder van 10 gesprekken, vóór en na de tweede modulatie.
c Ligging van 8 supergroepen, ieder van 50 gesprekken, vóór en na de derde modulatie.

Ook bij een klein aantal kanalen past men wel tweevoudige modulatie toe. Daarbij verschuift bijv. de eerste modulatie alle gesprekken naar eenzelfde, hooger, frequentiegebied, waarna de tweede modulatie de verschillende gesprekken op de gewenschte plaats in het frequentiespectrum brengt. De bandfilters na de eerste modulatie zijn dan voor alle kanalen gelijk; de bandfilters na de tweede modulatie verschillend. De eerste bandfilters zijn de ingewikkeldste, waaraan hooge eischen gesteld worden; de laatste zijn eenvoudig. Daar men het soms op prijs stelt, de moeilijker filters alle onderling gelijk te kunnen maken, geeft men dan de voorkeur aan een meer gecompliceerde constructie der geheele installatie.

Overdracht der kiessignalen

Daar tegenwoordig het streven er naar gaat, in de telefoonnetten niet alleen de locale, maar ook de interlocale verbindingen tusschen de abonné's automatisch, zonder tusschenkomst van een telefoniste, tot stand te doen komen, ligt het voor de hand, dat men dit bij een installatie voor draaggolftelefonie ook eischt. Bij gewone telefonie geschiedt dit, doordat de oproepende abonné een aantal impulsen zendt naar de automatische schakelaars (kiezers). Deze impulsen moeten bij toepassing van draaggolftelefonie in de telefooncentrale eerst in hoogfrequente trillingen worden omgezet, daarna door de kabel overgebracht en vervolgens aan de ontvangzijde, na in een daarvoor doelmatige stroom omgezet te zijn, de automatische kiezers bedienen.

Draaggolftelefonie, toegepast op een radioverbinding

Tenslotte willen we nog wijzen op de mogelijkheid, ook bij een radioverbinding verscheidene gesprekken gelijktijdig over te brengen. Daartoe moduleert men de stroomen, die bij de beschreven wijze van draaggolftelefonie over de kabel gezonden worden, op de draaggolf van een zender (die een aanmerkelijk hoogere draaggolffrequentie moet bezitten dan de hoogste over te brengen frequentie) en brengt aan de ontvangzijde deze modulatie weer terug naar de oorspronkelijke plaats in het frequentiespectrum. De vierdraadsverbinding wordt dus vervangen door een radiozender en -ontvanger aan iedere zijde; de overige apparatuur blijft ongewijzigd.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

VERBETERINGEN IN DE LICHTOPBRENGST VAN GLOEILAMPEN

door W. GEISS. 621.326

Door bij de gloeilampen met argonvulling over te gaan van een enkelvoudige op een dubbele gloeispiraal heeft men een verbetering van gemiddeld 15% in de lichtopbrengst der lampen verkregen. Aan tien verschillende soorten lampen, die speciaal hiertoe werden vervaardigd, zijn uitgebreide onderzoekingen verricht omtrent de beteekenis van een vulling met krypton in plaats van met argon. Hieruit kan men in samenhang met de resultaten van brandproeven aan in de handel zijnde dubbel gespiraliseerde gloeilampen met kryptonvulling concludeeren, dat men bij eenzelfde levensduur en lichtstroom door over te gaan van argon op krypton nog een verdere verbetering van ongeveer 3% in de gemiddelde lichtopbrengst zou kunnen verkrijgen. In verband met de kosten van de kryptonvulling valt deze vooruitgang niet zonder meer practisch te verwezenlijken.

Inleiding

De steeds toenemende behoefte aan een betere en doelmatiger verlichting kan met des te meer succes worden bevredigd, naarmate de opwekking van het kunstmatige licht economischer wordt. Met de omzetting van electrische energie in zichtbare straling in of door middel van een gasontlading hebben de groote lampenfabrieken principieel nieuwe wegen ingeslagen en buitengewoon economische lichtbronnen ontwikkeld, welke reeds een belangrijk en gedeeltelijk zelfs geheel nieuw toepassingsgebied hebben gevonden. Naast dit omvangrijke werk hebben echter de laboratoria van bovengenoemde industrieën de verdere ontwikkeling en verbetering van de electrische gloeilamp geenszins verwaarloosd. Gedurende het laatste tiental jaren werden verschillende mogelijkheden zoowel theoretisch als experimenteel nauwkeurig onderzocht en gedeeltelijk reeds in de practijk verwezenlijkt. Van de daarbij bereikte resultaten zal hier een overzicht worden gegeven.

Beteekenis van een gasvulling

Bij onze beschouwingen willen wij uitgaan van de fundamenteele publicaties [1]) over de met gas gevulde lamp. Hierin was reeds aangetoond, dat de karakteristieke eigenschappen van deze lamp worden bepaald door eenige physische constanten van het gloeilichaam en van het voor de vulling van de ballon gebruikte gas. Indien deze constanten bekend zijn, kan men de specifieke lichtstroom (Dlm/W) van een met gas gevulde lamp zeer nauwkeurig berekenen. Men heeft het daarmede in de hand vast te stellen, of een bij een enkel onderzoek verkregen, toevallig gunstig, resultaat ook in de practijk bereikt zal worden.

De lichtopbrengst van een wolfraamgloeilamp, welke met gas is gevuld en zoodanig wordt gebruikt, dat zij gemiddeld 1000 branduren zal bereiken, is in hoofdzaak afhankelijk van:

1) de vorm van het gloeilichaam,
2) de samenstelling van het gas.

Het onderzoek was er gedurende de laatste tien jaren vooral op gericht deze afhankelijkheid te bestudeeren en wij willen hier nu de resultaten achtereenvolgens bespreken.

De vorm van het gloeilichaam

Een belangrijke mogelijkheid tot verbetering van de lichtopbrengst der gloeilampen met gasvulling, die uitvoerig werd onderzocht, heeft betrekking op de vorm van het gloeilichaam zelf [2]).

Langmuir [1]) heeft aangetoond, dat de door een gloeilichaam afgegeven warmte hoofdzakelijk afhangt van zijn lengte en slechts in zeer geringe mate van zijn diameter, en tevens, dat een gespiraliseerde wolfraamdraad ten aanzien van de warmte-afgifte niet verschilt van een massieve draad, waarvan de diameter gelijk is aan die van de spiraal.

Inplaats van Langmuir's formule voor de warmte-afgifte kan men zeer goed de volgende empirische formule gebruiken:

$$W = C \cdot l \cdot d^{\delta} \cdot T^{\tau}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

waarin

W = de aan het gas afgegeven warmte,
l = de lengte van het gloeilichaam,
d = de diameter van het gloeilichaam,
T = de absolute temperatuur van het gloeilichaam en
C = een van het gasmengsel afhangende constante.

De exponenten δ en τ zijn weliswaar zelf weer functies van de diameter, resp. van de temperatuur, zij kunnen echter binnen een groot gebied als con-

[1]) I. Langmuir, Phys. Rev. **34**, 401, 1912; E. Oosterhuis, Chem. Weekbl. **14**, 595, 1917.

[2]) Vgl. bijv.: W. Geiss, Philips techn. T. **1**, 97, 1936.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

stant worden beschouwd. Het blijkt, dat men het beste aansluit bij de experimenteele waarden, indien men neemt:

$$\delta = 0{,}3.$$

Een groot aantal metingen, die wij gedurende de laatste 15 jaar hebben gedaan, heeft deze waarde van δ bevestigd. Bij de in dit artikel genoemde temperaturen van 2500 à 3000 °K wordt τ ongeveer 1,6.

Voor een bepaald gas en voor de temperatuur T verhoudt zich dus de warmte-afgifte voor twee gloeilichamen van de afmetingen l_1,d_1 en l_2,d_2 als

$$W_1 : W_2 = l_1 d_1^{\delta} : l_2 d_2^{\delta}.$$

Wil men bijv. door een andere vorm van het gloeilichaam de warmte-afgifte reduceeren tot de helft van die, welke bij een gewone spiraal optreedt, dan moet de volgende relatie gelden:

$$2 l_2 \cdot d_2^{0,3} = l_1 \cdot d_1^{0,3}.$$

Dit komt practisch hier op neer, dat het nieuwe gloeilichaam iets minder dan de helft van de lengte van het eerste gloeilichaam moet bezitten, maar veel dikker mag zijn.

Deze vormverandering kan op tweeërlei wijze worden uitgevoerd. Men kan een draad van de benoodigde lengte spiraliseeren op een doorn met een ruim tweemaal zoo groote diameter, hetgeen groote practische bezwaren oplevert, of men kan de gewone spiraal nog eens om een tweede doorn spiraliseeren en verkrijgt zoo de dubbele spiraal.

Voor het toepassen van deze laatste gedachte moest men echter kunnen beschikken over een wolfraamdraad, die ook bij hooge temperatuur de oorspronkelijke vorm behoudt. Een omvangrijk onderzoek heeft de gloeilampenfabrieken een oplossing van dit probleem doen vinden.

Over de lamp met dubbele spiraal, die sedertdien overal is ingevoerd, en die in verschillende landen thans zelfs de eerste plaats inneemt, is reeds in dit tijdschrift [2]) en elders [3]) uitvoerig geschreven.

In *fig. 1* vindt men de krommen van de specifieke lichtstroom voor argonlampen met enkelvoudige en met dubbele spiraal als functie van de lichtstroom per volt lampspanning. Voor de meest gebruikelijke grootten der lampen bedraagt gemiddeld de verkregen verbetering 10,7%, terwijl deze voor de kleinere typen zelfs 16% bedraagt. Deze voorsprong bij de lampen van klein vermogen is daarom belangrijk, omdat bij de invoering van de gasvulling in 1913 het voordeel juist bij de grootere lamptypen het meest naar voren kwam.

De toepassing van een wolfraamdraad, waarvan de vorm zich niet wijzigt, heeft tevens een zeer gunstige invloed gehad op de eigenschappen dezer lampen tijdens de levensduur. De achteruitgang van de lichtstroom is, vergeleken bij die van de lamp met enkelvoudige spiraal, tot minder dan de helft gedaald, zoodat de gemiddelde verbetering van de specifieke lichtstroom, betrokken op de geheele levensduur, nog grooter is. Zij bedraagt al naar gelang van de grootte der lampen 13-23% en kan gemiddeld op 15% worden gesteld.

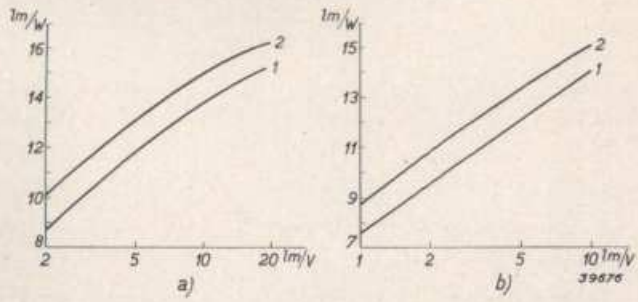

Fig. 1. De specifieke lichtstroom in lumen per watt voor argonlampen met enkelvoudige gloeispiraal (*1*) en dubbel gespiraliseerd gloeilichaam (*2*) in afhankelijkheid van het aantal lumen per volt. *a*) is voor lampen van 130 V en *b*) voor lampen van 220-230 V.

Verdampingssnelheid in een gasatmosfeer

Naast de vorm van het gloeilichaam is de verdampingssnelheid hiervan in een gasatmosfeer van groot belang voor de lichtopbrengst van een gloeilamp. De totale straling van een gloeilichaam en de lichtstroom zijn functies van de temperatuur. Voor hun verhouding E, nl. de lichtstroom gedeeld door de per sec uitgestraalde energie, kan men in een niet te groot temperatuurgebied met voldoende benadering de volgende formule opstellen:

$$E = aT^f \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Eveneens geldt voor de verdampingssnelheid v van het gloeilichaam

$$v = \gamma T^g \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Hierin zijn a, f en g materiaalconstanten van het gloeilichaam, terwijl voor een bepaalde vorm van het gloeilichaam γ afhangt van de soort en de druk van het gas, dat de stralingsbron omgeeft. Deze constante zal blijkbaar des te kleiner zijn, naarmate de gasatmosfeer de diffusie van de verdampte moleculen van het gloeilichaam meer tegen gaat. Men

[3]) W. Geiss, S.E.V. Bull. **26**, 354, 1935; W. Köhler, Licht und Lampe **24**, 462, 1935; K. Moers, Das Licht **8**, 17 en 43, 1938; K. Moers, Das Licht **8**, 130, 1938. Op grond van dit laatste artikel kan men bewijzen, dat de berekening van de warmte-afgifte volgens de formule van Langmuir, zoowel voor enkelvoudige als voor dubbele spiralen, goed overeenstemt met de gemeten waarden.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

kan daarom voor een bepaald gloeilichaam spreken van een diffusieconstante γ van het metaal in het gas, waarmede de gloeilamp is gevuld.

Gaat men uit van de proefondervindelijk bevestigde onderstelling, dat een gloeilichaam het einde van zijn levensduur heeft bereikt, wanneer een bepaald gedeelte van zijn gewicht is verdampt, dan wordt zijn levensduur omgekeerd evenredig met de verdampingssnelheid v. Bij een gloeidraad met een bepaalde levensduur (bijv. 1000 uur) zal dus de verdampingssnelheid in verschillende gassen dezelfde zijn. Daarom geldt voor twee gassen met de diffusieconstanten γ' en γ''

$$v' = \gamma' \cdot T_1^g = v'' = \gamma'' \cdot T_2^g. \quad . \quad . \quad (4)$$

Hieruit volgt:

$$\frac{\gamma'}{\gamma''} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^g \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Eveneens geldt:

$$\frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^f \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Door combinatie van (5) en (6) vinden wij:

$$\frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{\gamma'}{\gamma''}\right)^{\frac{f}{g}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Uit de literatuur is bekend [4]), dat bij ongeveer 2700 °K geldt:

$$f = 4{,}8 \quad \text{en} \quad g = 34{,}3,$$

waaruit volgt $f/g = 0{,}14$, zoodat

$$\left(\frac{E_2}{E_1}\right) = \left(\frac{\gamma'}{\gamma''}\right)^{0{,}14} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

Uit deze formule blijkt, dat een belangrijke wijziging van de diffusieconstante γ van het gas slechts een relatief kleine verandering van E tengevolge zal hebben.

De diffusieconstanten werden reeds in 1917 voor argon en stikstof bepaald [5]), ook als functie van de gasdruk, en uit deze metingen werd bovendien reeds geconcludeerd, dat men de lichtopbrengst zou kunnen verbeteren door een gas met hoog moleculair gewicht te gebruiken. De gegeven meetresultaten werden later door proeven van Fonda ten volle bevestigd [6]) (zie *fig. 2*).

Bovendien heeft Fonda [7]) het verband tusschen diffusiesnelheid en moleculair gewicht vastgelegd in een formule en erop gewezen, dat de berekening der diffusie kan worden aangesloten bij de theorie van Langmuir voor de warmte-afleiding.

In deze theorie wordt aangenomen, dat het cylindrische gloeilichaam van een dikte d omgeven is door een cylindrisch laagje (laag van Langmuir) van een dikte b, waarin het gas niet beweegt. Volgens Langmuir geldt dan de volgende betrekking:

$$b \ln \frac{b}{d} = k \frac{r}{s}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

waarin k een constante voorstelt, terwijl r de viscositeit en s de dichtheid van het gas beteekent. Is verder p de druk en m het moleculair gewicht van het gas, dan vindt men voor de diffusieconstante volgens Fonda de volgende formule:

$$\gamma = \frac{\text{const.}}{m d p \ln \frac{b}{d}}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

waarvan wij in hetgeen volgt gebruik willen maken.

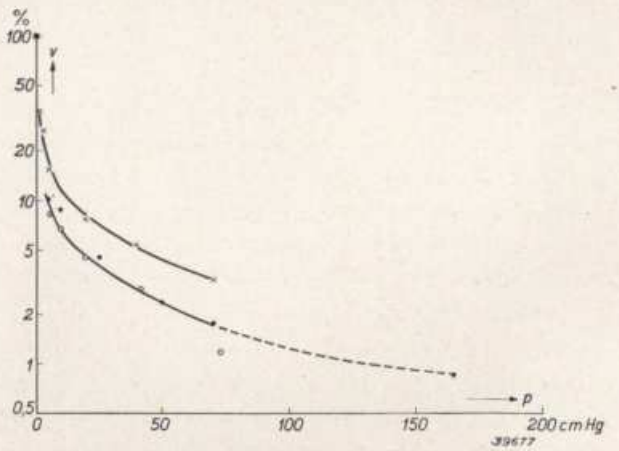

Fig. 2. Verdampingssnelheid v, in afhankelijkheid van de druk p (cm kwik), uitgedrukt in % van de verdampingssnelheid in vacuum.
× stikstof, volgens Oosterhuis [5]).
○ argon met 10% stikstof, volgens Oosterhuis [5]).
● argon met 14% stikstof, volgens Fonda [6]).

Vergelijking der verdampingssnelheid in argon en krypton

Voor twee gassoorten bij gelijke druk wordt volgens (10) de verhouding der diffusieconstanten γ' en γ'':

$$\gamma'' : \gamma' = \frac{\ln (b'/d)}{\ln (b''/d)} \cdot \frac{m'}{m''} \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

Hieruit kan men de verhouding der diffusieconstanten γ van twee edelgassen, bijv. van argon en krypton berekenen.

De vergelijking tusschen deze beide edelgassen is van actueel belang geworden vanaf het oogenblik,

[4]) H. A. Jones en I. Langmuir, Gen. el. Rev. **30**, 310, 1927.
[5]) E. Oosterhuis, l.c.
[6]) G. R. Fonda, Phys. Rev. **31**, 260, 1928.
[7]) G. R. Fonda, Phys. Rev. **21**, 343, 1923.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

waarop de industrie der vloeibare gassen erin was geslaagd, het in de lucht slechts in een uiterst klein percentage, nl. slechts in één millioenste van het volume, voorkomende krypton op eenigszins ruime schaal te winnen, dank zij de toepassing van een nieuw procédé [8]), waarop wij hier niet verder in willen gaan.

De moleculaire gewichten van argon en krypton bedragen:

$$m_{ar} = 40 \quad \text{en} \quad m_{kr} = 83.$$

De viscositeit is bij 20 °C:

$$r_{ar} = 2{,}21 \cdot 10^{-6} \quad \text{en} \quad r_{kr} = 2{,}48 \cdot 10^{-6}.$$

De dichtheid der beide gassen bedraagt:

$$s_{ar} = 1{,}78 \quad \text{en} \quad s_{kr} = 3{,}71.$$

Als diameter d zij die van het gloeilichaam van de gebruikelijke 40 Dlm lamp gekozen, waarbij moge worden opgemerkt, dat het resultaat van de berekening nauwelijks verandert, indien men voor d de diameter van het gloeilichaam van een 150 Dlm lamp neemt. Berekent men nu b/d uit verg. (9) en vult dit in (11) in, dan verkrijgt men:

$$\gamma_{kr} = 0{,}59\ \gamma_{ar}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

De diffusieconstante γ voor zuivere krypton bedraagt dus ongeveer 60% van die voor zuivere argon. Dit getal heeft echter slechts theoretische beteekenis, omdat de ervaring heeft geleerd, dat men bij lampen voor algemeene verlichting een vulling met zuiver edelgas niet kan gebruiken. De doorslagspanning van edelgassen is immers betrekkelijk laag, zoodat bij een met zuiver edelgas gevulde lamp een lichtboog tusschen de electroden kan ontstaan, die de lamp onbruikbaar maakt. De kans op doorslaan van het edelgas wordt aanzienlijk verminderd, indien men er stikstof aan toevoegt.

De keuze van het stikstofgehalte zal in den regel op een compromis berusten. Veel stikstof beteekent verminderen van de lichtopbrengst, weinig stikstof daarentegen verhoogt de kans op doorslag.

Daarom kan men het gunstigste gehalte aan stikstof ook niet op grond van een beperkt aantal laboratoriumproeven bepalen. Veel beter is het, hierbij af te gaan op de jarenlange ervaring en de omvangrijke statistische gegevens, die het regelmatige lampenonderzoek op grond der brandproeven levert.

Zoo heeft de ervaring bij Philips bijv. geleerd, dat men bij krypton tenminste een 5% hooger gehalte aan stikstof moet toevoegen dan bij argon, wil men dezelfde zekerheid tegen doorslag van het gas hebben. De doorslagspanning van krypton is nl. lager dan die van argon.

Teneinde de beschouwingen niet onnoodig gecompliceerd te maken, zullen wij verder, wanneer argon en krypton met elkaar worden vergeleken, met hetzelfde percentage stikstof rekenen, en wel met een gehalte van ongeveer 13%, hetwelk voor argon gebruikelijk is.

Door het toevoegen van stikstof aan de edelgassen wordt de diffusieconstante beïnvloed. Een vijftiental jaren geleden hebben wij de verdampingssnelheid van wolfraamdraden in verschillende argon-stikstof-mengsels onderzocht. Daarbij werd gevonden, dat de verdampingssnelheid zich lineair met het stikstofgehalte wijzigt (zie *fig. 3*, waarin ook de voor zuiver krypton en zuiver xenon bepaalde verdampingssnelheden zijn aangegeven). Hieruit volgt, dat men in het algemeen de diffusieconstante γ van een gasmengsel op eenvoudige wijze kan berekenen uit de verhouding der gassen, waaruit het mengsel is samengesteld.

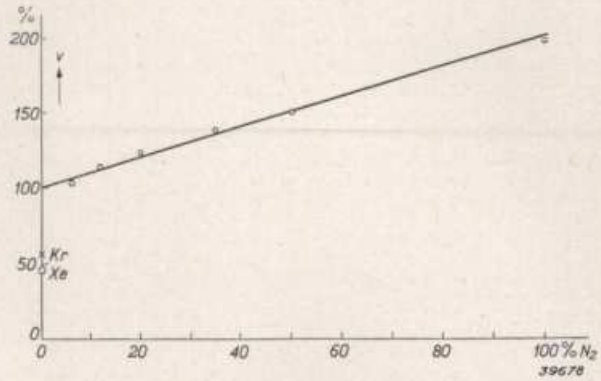

Fig. 3. Verdampingssnelheid v in mengsels van argon en stikstof in afhankelijkheid van het stikstofgehalte, uitgedrukt in % van de verdampingssnelheid in zuiver argon. Ter vergelijking zijn ook de verdampingssnelheden in zuiver krypton × en xenon □ aangegeven.

Op grond hiervan hebben wij voor de gebruikelijke lampen van 25, 40, 65, 100 en 150 Dlm met dubbel gespiraliseerde gloeidraad zoowel uit de reeks voor 130 V als uit die voor 220-230 V de diffusieconstanten γ volgens formule (10) berekend, en de aldus gevonden waarden in vergelijking (8) verwerkt. Wij verkregen dan de verhouding der E-waarden bij een vulling met krypton, resp. argon. De hier beschouwde E-waarden zijn de verhoudingen van de lichtstroom in lumens tot het uitgestraalde vermogen in watts. Teneinde de uitkomsten van onze berekening te kunnen vergelijken met de resultaten van metingen in de practijk, waar men steeds de verhouding van de lichtstroom tot het verbruikte vermogen bepaalt, de zg. specifieke

[8]) Ph. Siedler, Angew. Chem. **51**, 799, 1938.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

lichtstroom, is het van belang alles hierop om te rekenen. Wij zijn hierbij voorloopig uitgegaan van de onderstelling, dat de warmteverliezen van het gloeilichaam aan de gasvulling voor het kryptonmengsel gelijk zijn aan die voor het argonmengsel. In *fig. 4* zijn de resultaten dezer berekeningen weergegeven, *a*) voor de lampen met lage en *b*) voor die met hooge spanningen. Wij kunnen hieruit concludeeren, dat voor vullingen met krypton en argon met eenzelfde percentage stikstof, alleen tengevolge van het verschil in verdampingssnelheid voor eenzelfde gloeilichaam, het krypton een 4% hoogere specifieke lichtstroom zal geven dan het argon.

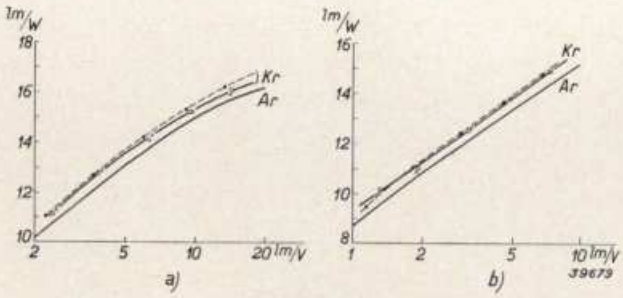

Fig. 4. De specifieke lichtstroom in lumen per watt is uitgezet in afhankelijkheid van het aantal lumen per volt voor *a*) lampen van 130 V en *b*) lampen van 220-230 V. De krommen *Ar* zijn voor een vulling met argon en *Kr* voor een met krypton, waarbij de met formules (10) en (8) berekende waarden zijn aangegeven door ●, terwijl ○ en × resp. volgen uit metingen van de lichtstroom en van de weerstand.

Onderzoek van dubbel gespiraliseerde lampen met verschillende gasvullingen

Ter toetsing van de theoretische resultaten uit het vorige hoofdstuk werden van elk der 10 genoemde lamptypen ongeveer 50 stuks met groote zorg speciaal gemaakt, waarbij de ééne helft met een krypton-stikstofmengsel, de andere helft met een argon-stikstofmengsel werd gevuld. Deze lampen werden, na gemeten te zijn, aan een brandproef onderworpen.

Uit het verschil in lichtstroom bij overgang van argon op krypton kan men zonder meer het verschil in temperatuur en daaruit de verandering van de specifieke lichtstroom berekenen. Ook uit het verschil van de weerstand van de gloeiende spiraal kan men de beide laatste berekenen. Hierbij is alles omgerekend op eenzelfde levensduur van 1000 uren, terwijl is ondersteld, dat de warmteverliezen aan het gas voor krypton gelijk zijn aan die voor argon.

De volgens deze beide methoden experimenteel verkregen waarden zijn eveneens in fig. 4 opgenomen, de met cirkeltjes aangegeven punten zijn verkregen op grond van lichtstroommetingen, de met kruisjes aangegeven punten op grond van bepalingen van de weerstand van het gloeiende filament. Beide reeksen van meetpunten toonen goede overeenstemming niet alleen onderling, maar ook met de punten, die volgens formule (10) waren berekend. De theoretisch gevonden verbetering van de specifieke lichtstroom bij de overgang van argon tot krypton is ongeveer 4%, terwijl de proeven als resultaat 3,2% leverden. Het, zij het ook kleine, verschil tusschen deze beide uitkomsten valt misschien daardoor te verklaren, dat het gebruikte krypton-stikstofmengsel al eenige neiging tot doorslag en lichtboogvorming vertoonde, hetgeen de gemiddelde levensduur der lampen korter maakt.

Het getal van ongeveer 4% volgens de berekening kunnen wij dus als de maximale verbetering beschouwen, waarop men slechts mag rekenen, indien geen gevaar voor doorslag van het gas bestaat en indien de warmte-afgifte aan het gas voor krypton en argon hetzelfde was. De practisch gevonden iets lagere waarde van 3% wijst erop, dat inderdaad het gevaar van doorslag bestaat. Men zou, teneinde dit gevaar uit te schakelen, het stikstofpercentage van het kryptonmengsel iets hooger moeten kiezen, waardoor de te verkrijgen verbetering tot op ongeveer 3% zou dalen.

Thermodiffusie

Tot nu toe hebben wij bij onze beschouwingen alleen rekening gehouden met de normale diffusie van het verdampte wolfraam door het gas. Daarnaast treedt nog de zg. „thermodiffusie" [9]) op, welke daarin bestaat, dat bij aanwezigheid van een temperatuurgradient in een gasmengsel het zwaardere gas naar de koudere zône diffundeert. Deze diffusie is des te sterker, naarmate de temperatuurgradient grooter is en naarmate de gassen meer in soortelijk gewicht verschillen.

Daar in de laag van Langmuir een zeer groote temperatuurgradient heerscht, mag men een belangrijke thermodiffusie van de zware atomen van het verdampte wolfraam verwachten; deze diffusie zal sterker zijn in het lichtere argon dan in het zwaardere krypton. De verdampingssnelheid van wolfraam in krypton zou dientengevolge kleiner moeten zijn dan de in formule (13) aangegeven 59% van die in argon.

Daar geen zuivere edelgassen worden gebruikt, maar mengsels met stikstof, moeten wij nog nagaan, welke invloed de stikstof op de thermodiffusie heeft. Dit gas in het mengsel is zelf ook aan die thermo-

[9]) C. Ludwig, Wien. Ber. **20**, 539, 1856; Ch. Soret, Arch. Genève **2**, 48, 1879, Ann. Chim. et Phys. **22**. 293, 1881; Chapman, Phil. Mag. **7**, 1, 1929; Ibbs, Proc. roy. Soc. **A 99**, 385, 1921.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

diffusie onderworpen. Als lichter bestanddeel zal het naar het gloeilichaam toe diffundeeren, zoodat het gasmengsel daar rijker aan stikstof zal zijn. Rondom de gloeidraad is dus het gemiddelde soortelijke gewicht van de gasatmosfeer lager dan dat van het voor de vulling gebruikte gasmengsel. Het toevoegen van stikstof aan het edelgas vermeerdert de diffusie en heeft dus een uitwerking, tegengesteld aan die, welke het gevolg is van de overgang van argon op krypton.

Uit de proeven valt te concludeeren, dat het niet noodig is in formule (10) een correctie voor de thermodiffusie aan te brengen, daar de experimenteele uitkomsten niet boven, maar steeds beneden de resultaten der berekening komen te liggen.

Kleurverschil tusschen argon- en kryptonlampen

Uit vergelijking (5) kan men, daar de verhouding der diffusieconstanten en de macht g bekend zijn, de toename der temperatuur bij de overgang van het argon- tot het kryptonmengsel berekenen. Zij bedraagt voor de genoemde tien soorten van speciaal voor onze onderzoekingen gemaakte lampen gemiddeld:

$$\Delta T = 0{,}0125\ T = 34\ ^\circ\text{K (berekend)}.$$

Uit de optische en de electrische gegevens vonden wij voor deze lampsoorten de in *tabel I* opgegeven toename der temperatuur.

Tabel I

ΔT, uit de toename van de lichtstroom berekend	ΔT, uit de toename van de weerstand berekend
38 °K	45 °K
14	24
32	28
28	32
31	31
29	24
29	21
28	20
19	19
15	21
gemiddeld 26,3 °K	26,5 °K

Uit deze tabel blijkt, dat er geen systematisch verloop van ΔT met de lichtsterkte der onderzochte lampen kon worden vastgesteld. De middelbare fout bedraagt ongeveer 7°. De toename van de ware temperatuur van een wolfraamgloeilichaam bij de overgang van een argon- tot een kryptonmengsel als vulling voor de ballon bedraagt dus gemiddeld:

$$\Delta T = 0{,}0098\ T = 26^\circ \pm 7^\circ.$$

Een onderzoek van krypton- en argonlampen, zooals zij in de handel zijn gebracht, met behulp van de pyrometer heeft gemiddeld een nog iets kleinere waarde voor het verschil, nl. 20°, opgeleverd, hetgeen te verklaren valt door het iets hoogere stikstofgehalte bij de vulling van de kryptonlampen.

Het behoeft nauwelijks te worden betoogd, dat men een temperatuurverschil van 1% bij gloeilichamen zonder optische hulpmiddelen niet kan waarnemen. Men kan zich hiervan gemakkelijk overtuigen door een eenvoudige en toch in lichttechnisch opzicht overtuigende proef, nl. daardoor, dat men een kryptonlamp en een argonlamp afgeschermd opstelt, en een wit vlak ten deele door de eene en ten deele door de andere lamp laat verlichten. Men kan dan een kleurverschil niet met eenige zekerheid vaststellen.

Lichtopbrengst en warmteverliezen

Daar een aanzienlijk gedeelte van de energie, die aan een gloeilamp met gasvulling wordt toegevoerd, verloren gaat door rechtstreeksche warmte-overdracht aan het gas, willen wij de invloed hiervan op de specifieke lichtstroom nog wat nader onderzoeken. Bij de 40 Dlm lamp voor 220-230 V, wel de meest gebruikte lamp met gasvulling en enkelvoudige spiraal, ging op deze wijze bijna 33% der energie verloren, daar zij tot de lichtuitstraling niet bijdroeg. Een der middelen om dit verlies te verminderen en daardoor de lichtopbrengst te verhoogen, bestaat daarin, dat voor de vulling gassen worden gebruikt met een slecht warmtegeleidingsvermogen.

Volgens Langmuir [1]) wordt de warmte W, die een cylindrisch gloeilichaam bij de temperatuur T per strekkende cm afgeeft aan de omringende gasatmosfeer met een temperatuur van 300 °K, bepaald door de vergelijking:

$$W = \sigma\,(\varphi_T - \varphi_{300}), \quad \ldots \quad (13)$$

waarbij

$$\sigma = \frac{2\pi}{\ln\left(\frac{b}{d}\right)} \quad \text{en} \quad \ldots \quad (14)$$

$$\varphi = 4{,}10 \cdot \int_0^T \lambda \mathrm{d}T, \quad \ldots \quad (15)$$

terwijl b = de dikte van de laag van Langmuir,
d = de diameter van het gloeilichaam,
λ = het warmtegeleidingsvermogen van het gas.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

Het warmtegeleidingsvermogen λ konden wij met behulp van de formule van Sutherland voor de viscositeit en uit de soortelijke warmte bij constant volume berekenen. De voorkomende constanten werden aan de tabellen van Landolt-Börnstein ontleend.

De berekening van $(\varphi_T - \varphi_{300})$ leverde voor verschillende temperaturen T van het gloeilichaam de in *tabel II* aangegeven waarden voor stikstof, argon en krypton.

Tabel II

T	$\varphi_T - \varphi_{300}$		
	N_2	Ar	Kr
1000 °K	0,293	0,216	0,124
1500	0,623	0,453	0,264
2000	1,030	0,743	0,438
2500	1,506	1,083	0,642
3000	2,047	1,451	0,868

Worden deze waarden in een grafiek met dubbele logarithmische schaal weergegeven (zie *fig.* 5), dan

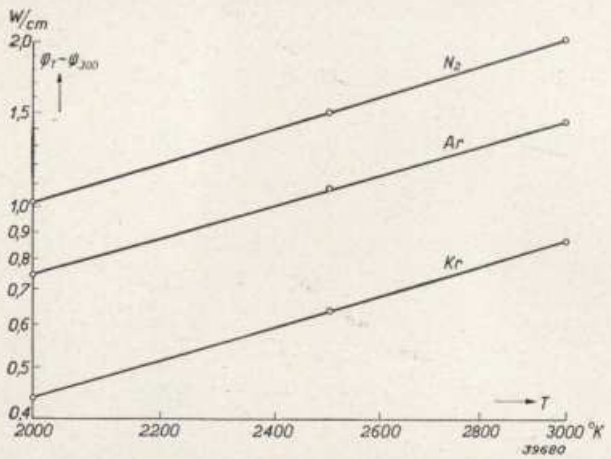

Fig. 5. De grootheid $\varphi_T - \varphi_{300}$ in watt per cm in afhankelijkheid van de absolute temperatuur T voor stikstof, argon en krypton.

liggen zij, althans wat de ons interesseerende cijfers voor 2000°, 2500° en 3000 °K betreft, voor elk gas op een rechte lijn, zoodat wij $(\varphi_T - \varphi_{300})$ in dit voor de gloeilampen in aanmerking komende temperatuurgebied kunnen weergeven door de formule:

$$\varphi_T - \varphi_{300} = \alpha_1 \cdot T^{\beta} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

of ook:

$$\varphi_T - \varphi_{300} = \alpha \left(\frac{T}{2700}\right)^{\beta}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

waarbij wij ervan uitgaan, dat 2700 °K ongeveer de gemiddelde temperatuur van het wolfraam-gloeilichaam is.

De constanten α en β krijgen dan de waarden uit *tabel III*.

Tabel III

	α	β
Stikstof	1,70	1,65
Argon	1,22	1,65
Krypton	0,73	1,65

Om de verliezen door warmte-afgifte aan het gas te berekenen, moet behalve $(\varphi_T - \varphi_{300})$ ook nog de „vormfactor" σ bekend zijn, die in (13) voorkomt. Hiervoor geeft Langmuir de formule:

$$\frac{d}{B} = \frac{\sigma}{\pi} \cdot e^{-2\pi/\sigma}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18)$$

waarin d wederom de diameter van het gloeilichaam voorstelt en B de dikte van de laag van Langmuir langs een plat vlak is. Deze formule komt overeen met (9), waarin slechts

$$k = \frac{s}{r} 2\,B \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (19)$$

is gesteld. Voor lucht van een druk van 76 cm kwik is volgens metingen van Langmuir

$$B = 0{,}43 \text{ cm}.$$

Langmuir heeft verder ondersteld, dat B evenredig is met de verhouding van de viscositeit en de dichtheid, zoodat men uit de bekende gegevens B voor de verschillende gassen kan berekenen.

Voor een druk van 57 cm vindt men dan:

voor stikstof $B_N = 0{,}57$ cm,
„ argon $B_{Ar} = 0{,}51$ „ en
„ krypton $B_{Kr} = 0{,}27$ „ .

Uit de vergelijking (18) kan men nu σ en daarmede ook $W = \sigma(\varphi_T - \varphi_{300})$ berekenen.

Voor $T = 2700$ °K verkrijgt men dan de in *tabel IV* vermelde warmteverliezen in W/cm voor verschillende diameters van het gloeilichaam bij edelgasmengsels met 13% stikstof.

Tabel IV

Diameter van het gloeilichaam in μ	W/cm (2700 °K, 57 cm kwik)		
	N	$Ar_{87}N_{13}$	$Kr_{87}N_{13}$
100	3,08	2,37	1,78
200	3,62	2,80	2,12
300	4,01	2,11	2,38
400	4,35	3,38	2,61
500	4,66	3,62	2,82
700	5,18	4,03	3,20
1000	5,85	4,58	3,69

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

Kent men de afmetingen van het gloeilichaam, dan kan men de door afgifte van warmte verloren energie berekenen voor de verschillende gasmengsels en op grond daarvan vaststellen, hoe de specifieke lichtstroom hierdoor wordt gewijzigd. Deze berekening werd voor de genoemde tien speciaal vervaardigde lampsoorten uitgevoerd, de resultaten, zoowel voor een argonmengsel als voor een kryptonmengsel, zijn in *fig. 6* weergegeven.

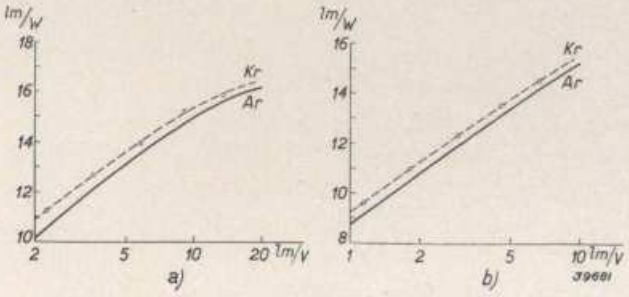

Fig. 6. De specifieke lichtstroom in lumen per watt, die men krijgt tengevolge van het energieverlies door warmte-afgifte van de gloeidraad, is uitgezet in afhankelijkheid van het aantal lumen per volt. De krommen gelden voor argon (*Ar*), resp. krypton (*Kr*), gemengd met 13% stikstof, teneinde doorslag te voorkomen. *a*) is voor lampen van 130 V en *b*) voor lampen van 220-230 V.

Men ziet, dat, wanneer het argonmengsel door een kryptonmengsel wordt vervangen, tengevolge van de kleinere warmteverliezen de specifieke lichtstroom in Dlm/W gemiddeld toeneemt met 3,6%, indien wij de verdampingssnelheid van wolfraam in argon en krypton even groot onderstellen. Deze waarde zal echter tot 2-3% dalen, wanneer men, rekening houdend met de grootere kans op doorslag van het krypton, meer stikstof hieraan toevoegt, dan men bij argon pleegt te doen.

Slotbeschouwing

In dit artikel hebben wij bij gelijk blijvende gemiddelde levensduur successievelijk de invloed nagegaan van de vorm van het gloeilichaam en van de samenstelling der gasvulling op de specifieke lichtstroom van gloeilampen. Door over te gaan van enkel- op dubbelvoudig gespiraliseerde gloeidraden van dezelfde lichtstroom en levensduur werd een verbetering van gemiddeld 15% in de specifieke lichtstroom verkregen. Hiermee zijn echter de ontwikkelingsmogelijkheden voor de met gas gevulde gloeilamp nog geenszins uitgeput. Zoo is sedert het invoeren van lampen met dubbel gespiraliseerde gloeidraad bijv. reeds een verdere verbetering van de specifieke lichtstroom van dit type verkregen op grond van vroegere fundamenteele onderzoekingen [10]), waarop wij hier echter niet nader willen ingaan.

Volgens de in dit artikel gegeven beschouwingen zou men mogen verwachten, dat men door gebruik te maken van krypton in plaats van argon voor het vullen der dubbelvoudig gespiraliseerde gloeilampen tengevolge van de verschillen in verdampingssnelheid en in warmte-afgifte nog een verbetering zou kunnen verkrijgen. Men moet echter nog bedenken, dat die verbetering betrekking heeft op de beginwaarde van de specifieke lichtstroom. Daar deze laatste grootheid echter gedurende het gebruik sneller afneemt bij kryptonlampen dan bij argonlampen zal men in de practijk slechts een kleinere verbetering bereiken. Vooral bij groote lampentypen doet zich dit verschijnsel voor, want wegens de hooge prijs van krypton moet men voor kryptonlampen relatief kleine ballons gebruiken, zoodat deze zwarter zullen worden, dan bij overeenkomstige argonlampen het geval is. Wij vonden in overeenstemming hiermee, dat de in den handel zijnde lampen met kryptonvulling en dubbele spiraal ten opzichte van onze overeenkomstige dubbel gespiraliseerde argonlampen van dezelfde lichtstroom gemiddeld over hun geheele levensduur een verbetering van 3% in de specifieke lichtstroom vertoonden. In hoeverre het in het algemeen valt te verantwoorden om deze vooruitgang inderdaad te verwezenlijken, is in verband met de kosten der kryptonvulling een economisch probleem, dat wij in dit artikel niet nader willen bespreken.

Wel zal in het algemeen die ontwikkeling de voorkeur verdienen, waarbij een technische vooruitgang zonder een niet te dragen verhooging der productiekosten is te bereiken en bovendien de nieuwe lamp het bestaande type practisch volkomen kan vervangen. Een verdere eisch aan de algemeene bruikbaarheid van een nieuwe technische vooruitgang is, dat deze niet remmend werkt op latere ontwikkelingsmogelijkheden. De met *argon gevulde dubbel gespiraliseerde lamp* in haar normale afmetingen voldoet aan deze voorwaarden. Zij heeft in de laatste jaren een volkomen overheerschende positie veroverd en de verouderde minder economische lamp met enkelvoudige spiraal zoo goed als geheel van de markt verdrongen, terwijl zij voor de toekomst de weg open laat voor verdere verbeteringen.

[10]) E. Oosterhuis, l.c.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

OVER DE CONSTRUCTIE VAN VIBRATOREN VOOR RADIO-APPARATEN

door J. KUPERUS.

621.314.5 : 621.396.62

Besproken worden enkele problemen, samenhangend met de constructie van vibratoren, welke dienen voor aansluiting van een wisselstroom-ontvangtoestel aan een gelijkstroomnet. De bestudeering van deze problemen heeft geleid tot de ontwikkeling van een nieuw type vibrator, waarvan een beschrijving gegeven wordt.

Reeds vroeger werd in dit tijdschrift een beschrijving gegeven van een vibrator, welke dient voor het aansluiten van wisselstroom-ontvangtoestellen op een gelijkstroomnet [1]). In dit artikel zullen wij een aantal met de constructie van dergelijke vibratoren samenhangende problemen bespreken en een beschrijving geven van een nieuw type vibrator, waarin verschillende verbeteringen zijn aangebracht.

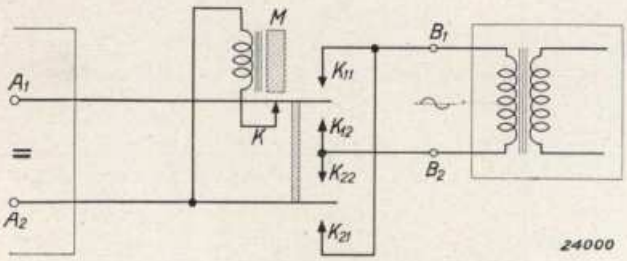

Fig. 1. Schematische schakeling van een vibrator.

De schakeling van een vibrator is schematisch in *fig. 1* aangegeven. De veeren A_1 en A_2, die electrisch gescheiden, doch mechanisch verbonden zijn, kunnen afwisselend contact maken tegen K_{11} en K_{12}, resp. K_{22} en K_{21}. De veeren worden bewogen door de electromagneet M, werkende op een anker, dat mechanisch verbonden is aan de veeren A_1 en A_2. Bevinden deze veeren zich in de rusttoestand, dan is de veer A_1 door middel van het contact K verbonden met de spoel van de magneet. Wordt nu de vibrator aan het gelijkstroomnet aangesloten, dan zal de electromagneet het anker aantrekken, waardoor contact gemaakt wordt tusschen A_1 en B_1 en tusschen A_2 en B_2. Tevens wordt het contact K verbroken, waardoor het anker niet meer aangetrokken wordt. Door de werking der traagheid gaan de veeren nog een stuk verder en zwaaien zij vervolgens terug door de ruststand heen, waarbij zij contact maken tusschen A_1 en B_2, resp. A_2 en B_1. Doordat de magneet telkens in een geschikte fase van de trilling van de veeren weer bekrachtigd wordt, houdt het mechanisme zichzelf op gang. Door de primaire wikkeling van de transformator vloeit dus een stroom, die voortdurend van richting wisselt, waardoor in de secundaire wikkeling een wisselspanning geïnduceerd wordt, waarvan de grootte o.a. afhangt van de spanning van het gelijkstroomnet en van de verhouding van de windingsaantallen van primaire en secundaire wikkeling van de transformator.

Tengevolge van de zelfinductie van de transformator en van de magneetspoel zou bij een schakeling volgens fig. 1 telkens tijdens het verbreken van een contact tusschen de contactplaatsen een hooge spanning optreden. De hierdoor ontstane vonken zouden de levensduur van de contacten sterk verminderen. Om deze reden worden de contacten met condensatoren overbrugd.

Om te voorkomen, dat de hoogfrequente trillingen, die tengevolge van de plotselinge stroom-

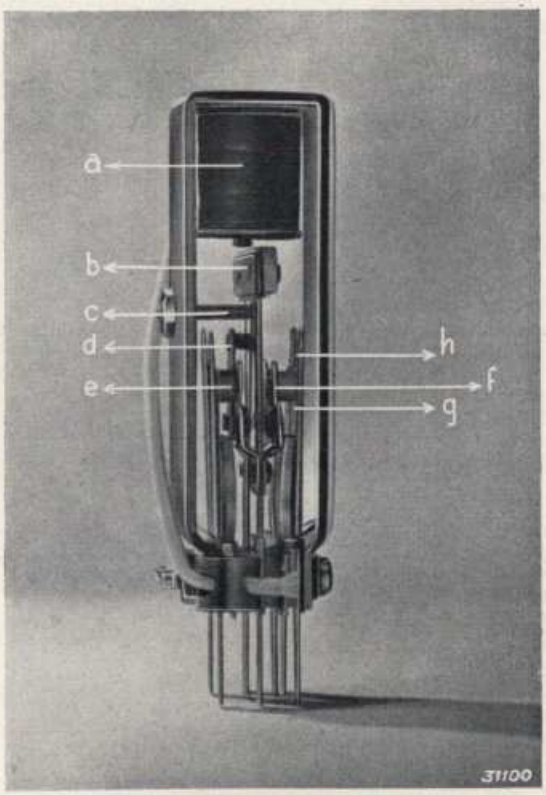

Fig. 2. Nieuwe constructie van de triller.
a = magneetspoel
b = anker
c = aanslagstift van de veer *D* (zie fig. 5)
d = contact voor het schakelen van de stroom in de magneetspoel
e = contact voor het wisselen van de stroomrichting in de uitwendige keten
f, *g* en *h* zijn te vergelijken met *1*, *2* en *3* in fig. 7.

[1]) Philips techn. T. **2**, 346, 1937.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

variaties in de triller ontstaan, tot het net of tot het ontvangtoestel kunnen doordringen, geschiedt de aansluiting aan het net zoowel als aan het ontvangtoestel via filters. De complete vibrator bestaat dus uit twee gedeelten en wel

1e de eigenlijke triller,

2e de tot een compact geheel samengebouwde spoelen en condensatoren voor de filters en de overbrugging der contacten. Dit gedeelte zullen we het ontstoringsgedeelte noemen.

De beide gedeelten zijn tezamen in een acoustisch en electrisch afschermend omhulsel ondergebracht.

Fig. 2 toont een nieuwe constructie van een triller. Wij zullen thans enkele problemen behandelen, waarvan de oplossing tot de in deze figuur aangegeven constructie heeft geleid.

De bevestiging van de triller aan het ontstoringsgedeelte

Daar de triller bewegende deelen bevat, zouden bij een starre verbinding tusschen de triller en de andere onderdeelen ook deze laatste, dus bijv. ook het omhulsel, in trilling geraken. Het gevolg hiervan zou zijn, dat geluidstrillingen op de omgevende lucht overgedragen zouden worden. Om dit te voorkomen is de bevestiging van de triller aan het ontstoringsgedeelte op een zoodanige wijze uitgevoerd, dat bij het trillen van de veeren geen beweging op het ontstoringsgedeelte wordt overgebracht. Ter verduidelijking van deze wijze van bevestiging zijn in *fig. 3a* de zwaartepunten van enkele deelen van de triller aangegeven. *A* is het zwaartepunt van de geheele triller. Daar bij de hier te beschrijven wijze van bevestiging door de beweging, die de triller uitvoert, geen uitwendige krachten op de triller uitgeoefend worden, zal bij deze beweging het zwaartepunt *A* niet van plaats veranderen. Nu is met *B* het zwaartepunt aangegeven van de bewegende deelen (anker en veeren), terwijl *C* het zwaartepunt van de rest van de triller voorstelt. Deze rest bestaat uit de electromagneet met spoel (zwaartepunt *D*), het frame, en de bevestiging van de veeren (zwaartepunt *E*). Beweegt *B* zich nu, tengevolge van een uitwijking van het anker en de veeren, in een bepaalde richting, dan zal, daar *A* op zijn plaats blijft, *C* zich in tegengestelde richting bewegen. In fig. 3*b* is deze beweging van de zwaartepunten voorgesteld. Daar het gedeelte, waarvan het zwaartepunt door *B* gevormd wordt, geen zuivere translatie uitvoert, maar een beweging, die in het algemeen beschreven kan worden als een translatie van het zwaartepunt *B* en een draaiïng om het zwaartepunt, zal de beweging van de rest eveneens dit algemeene karakter bezitten, waarbij de draaiïng, evenals de translatie, in tegengestelde richting geschiedt. Deze gecombineerde beweging van de rest kan beschreven worden als een zuivere draaiïng om het punt *F* in fig. 3*b*. Dit punt verandert dus bij de beweging, die de triller uitvoert, niet van plaats. Bij de nieuwe constructie van de vibrator heeft nu de bevestiging van de triller aan het ontstoringsgedeelte uitsluitend plaats in de nabijheid van het punt *F*, zoodat de beweging van de triller niet meer op de rest van het apparaat overgedragen kan worden.

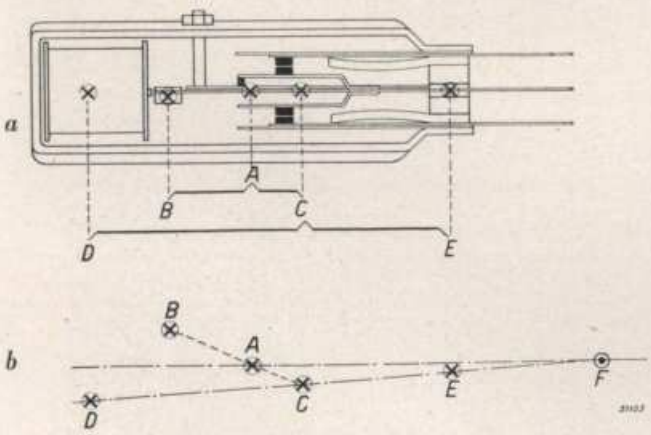

Fig. 3. *a*) Ligging van de zwaartepunten van verschillende onderdeelen van de triller.
b) Onderlinge verplaatsing van deze zwaartepunten.
A = zwaartepunt van het geheel;
B = „ van anker + veeren;
C = „ van *D* + *E*, waarbij:
D = „ van electromagneet met spoel;
E = „ van frame + veerbevestiging;
F = bevestigingspunt van de triller aan het ontstoringsgedeelte.

Daar deze bevestiging veerend uitgevoerd is, kan bij eenigszins ruw transport van de vibrator gemakkelijk beschadiging hiervan ontstaan. Om dit te voorkomen is de eigenlijke triller zoodanig geconstrueerd, dat hij aan het ontstoringsgedeelte bevestigd wordt door middel van een voet, die overeenkomst vertoont met een buishouder. De triller kan dus bij het transport uit het apparaat genomen en afzonderlijk verpakt worden.

Verbeterde uitvoering van het contact voor het schakelen van de stroom door de magneetspoel

Bij oudere vibratortypen is steeds het contact *K* zoodanig uitgevoerd, dat de aanslag voor de veer A_1 (zie fig. 1) tevens als contactpunt dienst doet. Hierdoor ontstaat weliswaar een eenvoudige constructie, doch de bezwaren, die aan dit systeem verbonden zijn, hebben er toch toe geleid van deze constructie af te wijken.

In *fig. 4* is schematisch de hier bedoelde oudere constructie aangegeven. De vast bevestigde aanslag *C* dient dus tevens als contactpunt en vormt tezamen met *D* het contact *K* uit fig. 1. Een

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

duidelijk inzicht in het bezwaar van deze constructie verkrijgt men door een vergelijking met een hamer, waarmede op een zwaar aambeeld geslagen wordt. De hamer zal na het eerste contact met het aambeeld terugveeren en vervolgens weer op het aambeeld vallen, welk proces zich enkele malen zal herhalen voordat de hamer tot rust gekomen is.

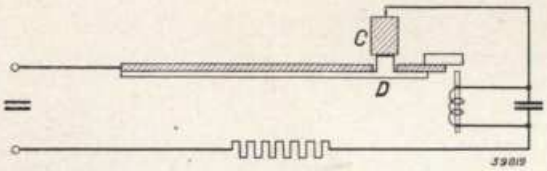

Fig. 4. Constructie van het contact voor het schakelen van de stroom door de magneetspoel. De aanslag *C* van de veer *D* vormt tevens het contact.

Hetzelfde treedt nu op bij een constructie volgens fig. 4; voordat het contact tusschen *C* en *D* „definitief" tot stand gekomen is, wordt dit enkele malen verbroken door het terugveeren van *D*. Het gevolg hiervan is, dat het onderbreken van de stroom door de magneetspoel een veel grooter aantal malen geschiedt dan noodzakelijk is, wat een ongunstige invloed heeft op de levensduur van het contact.

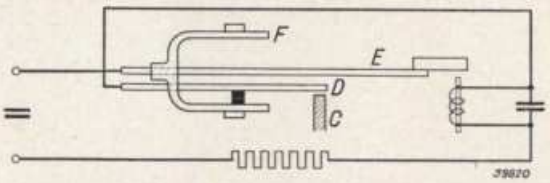

Fig. 5. Het contact wordt gevormd tusschen *D* en *F*. Dit contact wordt gesloten op een oogenblik, waarop *D* niet op *C* rust.

Het principe van de verbeterde constructie is in *fig. 5* geschetst. *C* is hier weer de aanslag voor de veer *D*. Nu wordt echter door de electromagneet niet de veer *D* aangedreven, doch de veer *E*, waaraan het vorkvormig gedeelte *F* bevestigd is. Het contact *K* wordt gevormd tusschen dit vorkvormig gedeelte en de veer *D*. Het contact wordt gesloten, wanneer de veer *E*, dus ook *F*, zich naar boven beweegt, dus wanneer *D* niet op *C* rust. Men zou deze constructie kunnen vergelijken met een hamer, waarmede tegen een licht beweegbaar voorwerp geslagen wordt; hierbij treedt geen terugveeren van de hamer op. Het natrillen van het contact wordt dus door deze constructie voorkomen, waardoor een veel langere levensduur verkregen wordt.

Verbeterde uitvoering van de contacten K_{11}-K_{22}

Ook bij de contacten, die voor het voortdurend omwisselen van de stroomrichting dienen (fig. 1: K_{11}, K_{12}, K_{21}, K_{22}), treedt vaak het hierboven genoemde ongewenschte natrillen op. Het principe van de methode, waardoor men bij deze contacten het natrillen heeft bestreden, wordt het duidelijkst gedemonstreerd door een vergelijking met biljartballen. Treft de in *fig. 6* geteekende bal *1*, die zich

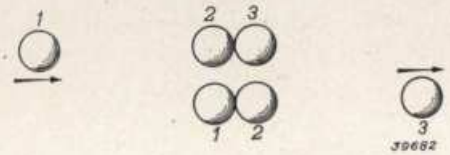

Fig. 6. Wanneer de bal *2* door de bal *1* getroffen wordt, blijven *1* en *2* stil liggen, terwijl *3* alleen verder rolt.

in de pijlrichting beweegt, de stilliggende ballen *2* en *3*, dan is het gevolg, dat *1* en *2* stil blijven liggen of wel zich tezamen nog slechts zeer langzaam verder bewegen. terwijl *3* alleen verder rolt. Hetzelfde geschiedt nu met de veeren van de triller. Zooals in *fig. 7* aangegeven is, bevinden zich achter de zg. zijveeren *2* de extra veeren *3*. Wordt nu *2* door *1* getroffen, dan staan *1* en *2* stil of wel zij bewegen zich tezamen nog over een kleine afstand verder, waarbij het contact tusschen *1* en *2* niet meer verbroken wordt. De veer *3* beweegt zich hierbij van de veer *2* af, doch dit heeft geen onderbreking van het contact tengevolge.

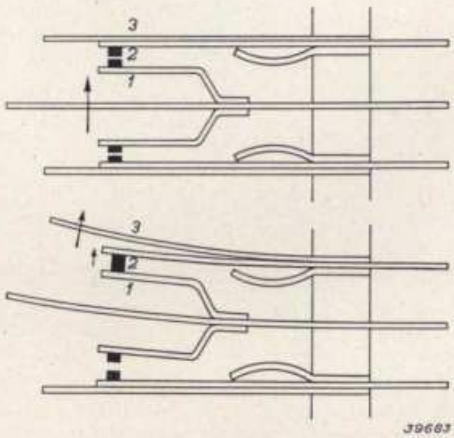

Fig. 7. Door de werking van de veer *3* wordt voorkomen, dat het eenmaal tusschen *1* en *2* gemaakte contact door natrillen enkele malen onderbroken wordt. De afstand tusschen de contacten is in deze figuur overdreven groot geteekend.

Begrenzing van de stroomsterkte

Tijdens het normale bedrijf neemt de vibrator uit het gelijkstroomnet een stroom op, die gegeven is door de belasting aan de wisselstroomzijde. Onder bepaalde omstandigheden kan echter deze stroom tijdelijk een veel te groote waarde aannemen. Dit kan bijv. plaats hebben, wanneer een klein metaaldeeltje tusschen één der contacten K_{11}-K_{22} mocht geraken. Daar de afstand tusschen de contactopper-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

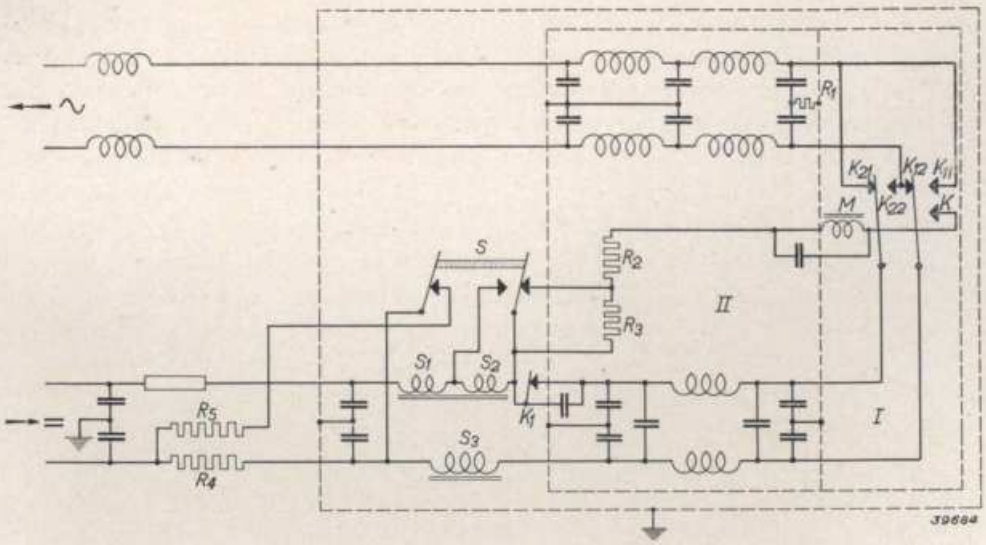

Fig. 8. Volledig schakelschema van de vibrator. De eigenlijke triller en het ontstoringsdeel zijn ieder in een afzonderlijke afgeschermde ruimte, respectievelijk aangegeven met *I* en *II*, ondergebracht. Hierbuiten bevinden zich het maximaal-relais en een inrichting voor het omschakelen van de vibrator voor gelijkstroomnetten met verschillende spanningen. Om dit geheel is de reeds genoemde tweede afscherming aangebracht. De vibrator is geschikt om aangesloten te worden op gelijkstroomnetten met een spanning van 220 volt, zoowel als van 110 volt. Voor omschakeling van 220 volt op 110 volt moeten een drietal onderdeelen gewijzigd worden en wel:

1) Een weerstand, die zich in serie bevindt met de magneetspoel (R_2, R_3). Bij de lage netspanning wordt de weerstand R_3 kortgesloten.
2) Het maximaal-relais. Daar de vibrator bij een lagere netspanning een grootere stroom opneemt, moet het maximaal-relais bij een grootere stroom in werking treden. Dit is bereikt door bij de lage netspanning de windingen S_2 in te schakelen, welke windingen tegengesteld aan S_1 zijn gewikkeld.
3) De weerstand, die in serie met de vibrator geschakeld is. Bij gebruik bij een lage netspanning wordt parallel met R_4 de weerstand R_5 geschakeld.

De omschakelinrichting is aangegeven met de dubbele schakelaar *S*. In werkelijkheid is dit een contactenblokje buiten aan de vibrator, dat voor omschakeling op de andere netspanning slechts omgedraaid behoeft te worden.

vlakken in geopende toestand slechts 0,2 mm bedraagt, is een zeer klein geleidend deeltje reeds voldoende om te maken, dat één der contacten te lang gesloten blijft. De primaire wikkeling van de nettransformator van het radiotoestel is dan gedurende een te lange tijd met het gelijkstroomnet verbonden, waardoor de stroom een te hooge waarde aanneemt. Om beschadiging van triller of

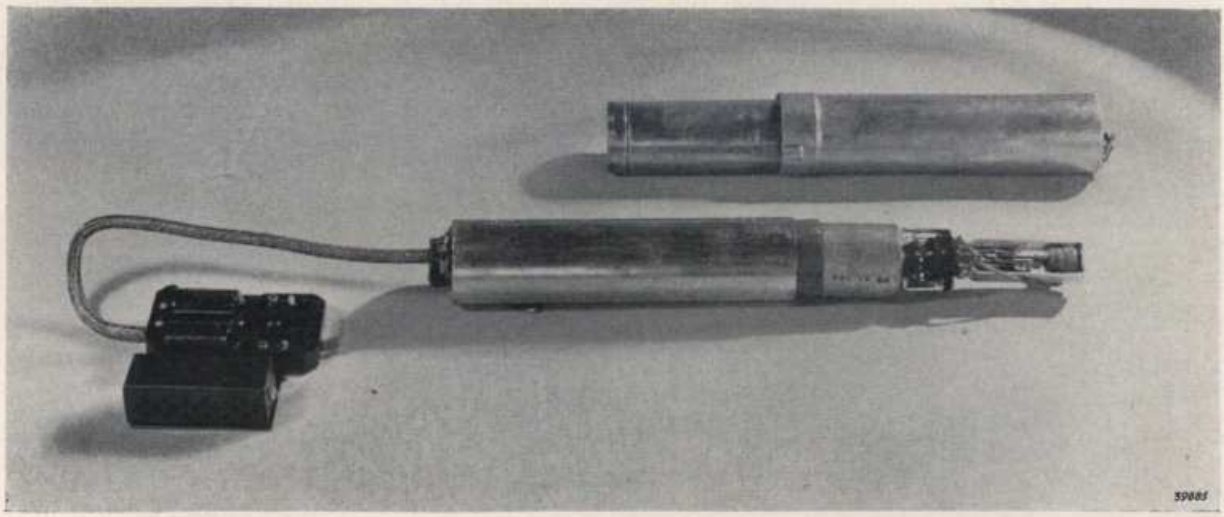

Fig. 9. De volledige vibrator. Links ontstoringsgedeelte, rechts triller. Daarachter, gedeeltelijk in elkaar geschoven, de twee bussen, waarmee de triller dubbel wordt afgeschermd.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

nettransformator te voorkomen is in de verbinding tusschen deze beide een smeltveiligheid opgenomen. Daar een storing als hier bedoeld doorgaans van voorbijgaande aard is, is het doorsmelten van deze veiligheid vaak niet gewenscht. Om deze reden is in de vibrator een maximaal-relais opgenomen, dat bij het optreden van een te groote stroomstoot de verbinding met de contacten K_{11}-K_{22} onderbreekt. De triller loopt weliswaar door, doch een overbodig doorsmelten van de smeltveiligheid wordt voorkomen. Ook bij het inschakelen van het apparaat kan een groote stroomstooot optreden, waarbij dus eveneens het maximaal-relais in werking treedt.

Op het maximaal-relais zijn drie spoelen aangebracht, die in *fig. 8*, waarin het volledige vibratorschema geteekend is, met S_1, S_2 en S_3 aangegeven zijn (voor de bedoeling van S_1 en S_2 zie het onderschrift van de figuur). Wanneer de stroom een bepaald maximum overschrijdt, wordt het contact K_1 verbroken. Ook dit contact is, zooals in het schema te zien is, door een condensator overbrugd. Ter begrenzing van mogelijke stroomstooten is in serie met het geheel nog een kleine weerstand R_4 geschakeld, die zich in de verbinding van de vibrator met het radiotoestel bevindt.

Volledige afscherming

Het is steeds zeer moeilijk een apparaat, waarin een tamelijk groote warmte-ontwikkeling optreedt, in een volledig gesloten afscherming onder te brengen. Toch is dit voor de vibrator zeer gewenscht met het oog op de sterke storing, die hij anders in de radio-ontvangst kan veroorzaken. Het is nu gelukt het in de vibrator optredende energieverlies zoo klein te houden, dat het apparaat in een volledig gesloten afscherming, dus zelfs zonder ventilatie-openingen, kon worden ondergebracht. Om een zoo volledig mogelijke ontstoring te bereiken is de afscherming dubbel uitgevoerd. Het klein houden van het energieverlies, dus ook van de warmte-ontwikkeling, is bereikt door de bewegende deelen (veeren en anker) zoo klein mogelijk te maken. Hierdoor is een geringe stroom, nl. slechts 20 mA, in de spoel van de electromagneet M voldoende om de vibrator in beweging te houden.

Het klein houden van het energieverlies komt natuurlijk ook het rendement ten goede. Dit bedraagt bij deze vibrator ongeveer 90%.

In *fig. 9* is tenslotte de volledige vibrator afgebeeld. De dubbele afscherming van de eigenlijke triller is er hierbij afgehaald om de hoofdonderdeelen beter te laten uitkomen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

OVERZICHT VAN RECENTE WETENSCHAPPELIJKE PUBLICATIES DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

Van deze publicaties verstrekt de Administratie van het Natuurkundig Laboratorium, Kastanjelaan, Eindhoven, op aanvrage gaarne overdrukken. Van de publicaties, die met een sterretje * zijn gemerkt, is echter geen voor verspreiding voldoende aantal overdrukken beschikbaar.

1547*: W. G. Burgers: Rekristallisation, verformter Zustand und Erholung (553 pag.; Akad. Verlagsgesellschaft, Becker und Erler Kom. Ges., Leipzig 1941).

Dit boekwerk is uitgegeven als band III, deel II van het Handbuch der Metallphysik en bood den schrijver de gelegenheid zijn uitgebreide kennis op het gebied der rekristallisatie op overzichtelijke wijze uiteen te zetten. Na een inleiding, waarin o.a. een nomenclatuur voor de verschillende rekristallisatieverschijnselen wordt gegeven en de methoden voor hun onderzoek worden behandeld, volgen hoofdstukken over rekristallisatie in onbewerkte stoffen, over de koud bewerkte toestand en de rekristallisatie daarvan. Verder worden de rekristallisatietemperatuur en de duur der rekristallisatie besproken, benevens de invloed van verontreinigingen en legeeringsbestanddeelen op de rekristallisatie van zuivere metalen. Tenslotte wordt de beteekenis behandeld, die de rekristallisatie heeft voor versteviging en plasticiteit.

1548: M. J. O. Strutt: Spontane spannings- en stroomfluctuaties (ruischen) in electronenbuizen en aangesloten ketens (T. Ned. Rad. Genoot. **9**, 1-36, Juni 1941).

In deze voordracht voor het Ned. Radio-Genootschap (Nov. 1940) werd een overzicht gegeven van de ruischverschijnselen, die in het algemeen reeds uitvoerig zijn behandeld in de verschillende artikelen, die in Philips techn. T. aan het „ruischen" zijn gewijd. Vervangingsschema's en een korte afleiding worden gegeven, die een aanmerkelijke vereenvoudiging beteekenen in de behandeling van ruischverschijnselen.

1549: B. D. H. Tellegen: Meetkundige configuraties en dualiteit van electrische netwerken (T. Ned. Rad. Genootschap **9**, 37-60, Juni 1941).

Deze voordracht voor het Ned. Radio-Genootschap (Nov. 1940) is een nadere uitwerking van het artikel, dat de schrijver heeft bijgedragen in Philips techn. T. **5**, 336, 1940. Hij vond hierbij de gelegenheid o.a. wat meer in te gaan op de bewijzen der behandelde stellingen en deze nader toe te lichten met eenige voorbeelden.

1550: F. A. Heyn: Het opwekken van mutaties door straling (Vakbl. Biol. **22**, 81-88 en 101-105, Mei en Juni 1941).

De muteerende werking van verschillende soorten straling wordt onderzocht in afhankelijkheid van de dosis en van andere uitwendige omstandigheden. Het blijkt, dat er geen sprake is van een specifieke werking van bepaalde soorten straling, maar dat mutaties optreden, indien slechts voldoende energie aan een bepaald gevoelig gedeelte van een gen wordt toegevoegd. Het is op deze wijze niet mogelijk om bepaalde gewenschte mutaties speciaal op te wekken, maar men heeft een goede kans ook bruikbare mutaties aan te treffen tusschen de vele minder levenskrachtige, die men met een voldoend sterke bestraling verkrijgt, zoodat deze methode behalve theoretische beteekenis voor de erfelijkheidsleer in het algemeen ook zeker practische beteekenis zal kunnen hebben voor het veredelen van planten en dieren.

1551: J. van Niekerk: On the influence of emanation on the development of experimental rickets in young rats (Act. brevia Neerl. **11**, 142-147, 1941).

De groote fluctuaties, die optreden in de ontwikkeling van kunstmatig opgewekte rachitis bij groote hoeveelheden proefratten, die men bijv. noodig heeft voor het ijken van vitamine-D-preparaten, worden door verschillende onderzoekers geweten aan de veranderlijkheid van verschillende uitwendige omstandigheden. Ook al zorgt men goed voor de constantheid van het rachitogene dieet, dat men de proefratten toedient, dan blijven toch de groote fluctuaties in het verloop der rachitis bestaan. Dols en Jansen hebben dit o.a. willen toeschrijven aan variaties van het gehalte aan radium-emanatie der lucht met het jaargetijde. Door verschillende ratten onder overigens gelijke omstandigheden te houden in ruimten met verschillend gehalte aan radium-emanatie heeft de schrijver nu aangetoond, dat dit gehalte geen invloed heeft op de ontwikkeling van kunstmatig opgewekte rachitis bij ratten.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/13/2023

1552: G. W. Rathenau and J. L. Snoek: Magnetic anisotropy phenomena in cold rolled nickel-iron (Physica **8**, 555-575, Juni 1941).

De aan koud gewalste nikkelijzerlegeeringen waargenomen sterke magnetische anisotropie kan men zoo min verklaren door inwendige spanningen als door de natuurlijke anisotropie der kristallen. Ook een geometrische tetragonaliteit dezer legeeringen, die G. Wassermann als oorzaak heeft aangegeven, kan het verschijnsel niet zonder meer verklaren. De invloed van de samenstelling der legeering en van de bewerkingen, die zij heeft ondergaan, op de anisotropie harer mechanische eigenschappen werd nader onderzocht. Het valt hierbij in het bijzonder op, dat de natuurlijke kristalanisotropie en de magnetostrictie-constanten door het walsen niet waarneembaar worden beïnvloed. De onderzoekingen wijzen op een samenhang tusschen de anisotropieverschijnselen en het in het nikkel-ijzer-systeem bekende ordeningseffect. Door de schrijvers wordt het echter als weinig waarschijnlijk beschouwd, dat de anisotropieverschijnselen een direct gevolg zouden zijn van de neiging tot ordening.

1553: M. J. O. Strutt und A. van der Ziel: Verringerung und Beseitigung der spontanen Schwankungen bei der Verstärkung kleinster Photoströme (Physica **8**, 576-590, Juni 1941).

In voortzetting op **1529** behandelen de schrijvers het versterken van uiterst kleine foto-electrische stroomen in verband met de optredende fluctuaties in de versterker. Deze fluctuaties kan men beperken door slechts een smalle frequentieband te gebruiken vóór de eerste versterkertrap en deze uit te breiden bij de volgende trappen, of door bijv. gebruik te maken van een electronen-multiplicator. Een nieuwe methode voor het beperken der fluctuaties wordt aangegeven, waarbij men een speciale wijze van terugkoppeling toepast. De verhouding van de signaalsterkte tot het ruischen wordt berekend en vergeleken met die in de beide vorige gevallen. Tenslotte wordt nog nagegaan, in hoeverre deze nieuwe methode voor het beperken van het ruischen ook in andere gevallen met vrucht kan worden gebruikt.

1554: E. J. W. Verwey: Energieën in de colloïdchemie (Handelingen Ned. natuur- en geneesk. Congr., Apr. 1941, p. 88-90).

Een overzicht wordt in deze voordracht gegeven van de pogingen om op grondslag van de theorie van Bernal en Fowler, die door de schrijver nog ietwat is verbeterd, de hydratatie- en solvatatie-energieën van electrolytische oplossingen te berekenen voor positieve en negatieve ionen afzonderlijk. Deze grootheden zijn van veel belang voor de grensvlakverschijnselen in de colloïdchemie. Deze onderzoekingen zullen nog uitvoerig gepubliceerd worden in Rec. trav. chim. 1941.

1555: A. Bouwers: De biologische en medische toepassingen van kunstmatige radioactiviteit (Handelingen Ned. natuur- en geneesk. Congr., Apr. 1941, p. 207-211).

In deze voordracht voor een gecombineerde vergadering van physici, biologen en medici werd een overzicht gegeven van de methoden, waarmee men thans door middel van het transmuteeren van atoomkernen (vgl. Philips techn. T. **6**, 46, Febr. 1941) kunstmatig radioactieve preparaten kan vervaardigen, die reeds met veel succes bij biologische en medische onderzoekingen worden gebruikt. Voor het meten van de sterkte der radioactiviteit van een preparaat of in bepaalde gedeelten van het te onderzoeken organisme kan de bioloog of medicus met vrucht gebruik maken van een eenvoudige electronenteller, die tijdens de voordracht werd gedemonstreerd en die ook uitvoerig is beschreven in Philips techn. T. **6**, 74, Maart 1941. Tenslotte werd nog gewezen op de gunstige resultaten, die men ook reeds op het gebied der therapie met kunstmatige radioactiviteit heeft verkregen.

1556: L. Blok: Toestel voor het electrisch meten van de gehoorscherpte (Handelingen Ned. natuur- en geneesk. Congr., April 1941, p. 212-214).

Voor de inhoud van deze voordracht voor een gecombineerde vergadering van physici en medici kan worden verwezen naar een artikel, dat over deze audiometer inmiddels is verschenen in Philips techn. T. **6**, 235, Aug. 1941.

Inhoud van Philips Transmitting News **8**, No. 2, Juni 1941.

M. v. d. Beek, Attenuation and impedance of dipole aerials.

C. A. Gehrels, A crystal-controlled testing installation for transmitting valves for 100 kW carrier wave power on a wavelength of 15 metres.

Tj. Douma, Resonance of circuits and lines II.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!